

MEDDELANDEN
FRÅN
STATENS SKOGS-
FÖRSÖKSANSTALT

HÄFTE 13—14

1916—1917

BAND I.

**MITTEILUNGEN AUS DER FORST-
LICHEN VERSUCHSANSTALT
SCHWEDENS
13.—14. HEFT**

**RAPPORTS OF THE SWEDISH
INSTITUTE OF EXPERIMENTAL
FORESTRY
N:o 13—14**

**RAPPORTS DE LA STATION DE
RECHERCHES DES FORÊTS
DE LA SUÈDE
N:o 13—14**



**I DISTRIBUTION:
AKTIEBOLAGET NORDISKA BOKHANDELN · STOCKHOLM**

Pris för 2 delar 18 kr.

MEDDELANDEN
FRÅN
STATENS
SKOGSFÖRSÖKSANSTALT

HÄFTET 13—14. 1916—1917

MITTEILUNGEN AUS DER
FORSTLICHEN VERSUCHS-
ANSTALT SCHWEDENS
13-14. HEFT

RAPPORTS OF THE SWEDISH
INSTITUTE OF EXPERIMENTAL
FORESTRY
No 13-14

RAPPORTS DE LA STATION DE RECHERCHES
DES FORETS DE LA SUÈDE
No 13-14



REDAKTÖR:
PROFESSOR GUNNAR SCHOTTE

INNEHÅLL.

	Sid.
Skogsförsöksanstaltens tillkomst och uppgift. (Die Entstehung und Aufgabe der Kgl. Forstlichen Versuchsanstalt Schwedens) av GUNNAR SCHOTTE.....	XI
Skogsförsöksanstaltens tomt och byggnader: (Der Bauplatz und die Gebäude der Kgl. Forstlichen Versuchsanstalt Schwedens). Försöksträdgården (Der Versuchsgarten) av GUNNAR SCHOTTE	XV
Nybyggnaden (Der Neubau) av C. LINDHOLM	XIX
Skogsförsöksanstaltens avdelningar: (Die Abteilungen der Kgl. Forstlichen Versuchsanstalt Schwedens.) Skogsavdelningen (Forstliche Abteilung) av GUNNAR SCHOTTE	XXXV
Naturvetenskapliga avdelningen (Naturwissenschaftliche Abteilung) av HENRIK HESSELMAN	XLI
Entomologiska laboratoriet (Forstentomologische Abteilung) av IVAR TRÄGÄRDH	XLIX
Avdelningen för föryngringsförsök i Norrland (Abteilung für die Verjüngungsversuche in Norrland) av EDVARD WIBECK ...	LIV
Redogörelse för verksamheten vid Statens Skogsförsöksanstalt under år 1915: (Bericht über die Tätigkeit der Kgl. Forstlichen Versuchsanstalt Schwedens im Jahre 1915.) I. Skogsavdelningen (Forstliche Abteilung) av GUNNAR SCHOTTE	I
II. Naturvetenskapliga avdelningen (Naturwissenschaftliche Abteilung) av HENRIK HESSELMAN	6
III. Entomologiska laboratoriet (Forstentomologische Abteilung) av IVAR TRÄGÄRDH	8
NILS SYLVÉN: Den nordsvenska tallen	9
Die nordschwedische Kiefer	I
GUNNAR SCHOTTE: Om snöskadorna i södra och mellersta Sveriges skogar åren 1915—1916	
Über die Schneeschaden in den Wäldern Süd- und Mittelschwedens in den Jahren 1915—1916	XIII
GÖSTA MELLSTRÖM: Skogsträdens frösättning år 1916	167
Der Samenertrag der Waldbäume in Schweden im Jahre 1916	XXI
Redogörelse för verksamheten vid Statens Skogsförsöksanstalt under år 1916: (Bericht über die Tätigkeit der Kgl. Forstlichen Versuchsanstalt Schwedens im Jahre 1916.) I. Skogsavdelningen (Forstliche Abteilung) av GUNNAR SCHOTTE	189
II. Naturvetenskapliga avdelningen (Naturwissenschaftliche Abteilung) av HENRIK HESSELMAN	193
III. Skogsentomologiska laboratoriet (Forstentomologische Abteilung) av IVAR TRÄGÄRDH ...	196
IV. Avdelningen för föryngringsförsök i Norrland (Abteilung für die Verjüngungsversuche in Norrland) av EDVARD WIBECK	197

	Sid.	
EDVARD WIBECK: Om eftergroning hos tallfrö	201	
Verspätung der Keimung nordschwedischen Kiefernsamens bei Freilandssaat		XXIII
OLOF TAMM: Om skogsjordsanalyser	235	
Über Waldbodenanalysen		XXV
L. MATTSSON: Formklasstudier i fullslutna tallbestånd	261	
Eine Studie über die Formklassen der dichtgeschossen Kiefernbeständen ...		XXIX
HENRIK HESSELMAN: Studier över salpeterbildningen i naturliga jordmåner och dess betydelse i växtekologiskt avseende	297	
Studien über die Nitratbildung in natürlichen Böden und ihre Bedeutung in pflanzenökologischer Hinsicht.....		XXXIII
GUNNAR SCHOTTE: Lärken och dess betydelse för svensk skogshushållning	529	
The Larch and its Importance in Swedish Forest Economy.....		LIX
L. MATTSSON: Form och formvariationer hos lärken. Studier över trädens stambyggnad	841	
The Form and Form-Variations of the Larch		LXXXV
HENRIK HESSELMAN: Om våra skogsförnygringsåtgärders inverkan på salpeterbildningen i marken och dess betydelse för barrskogens förnygring	923	
On the Effect of our Regeneration Measures on the Formation of Saltpetre in the Ground and its Importance in the Regeneration of coniferous Forests		XCI
NILS SYLVÉN: Om tallens knäckesjuka	1077	
Über den Kieferndreher		CXXVII
IVAR TRÄGÅRDH: Undersökningar över gran- och tallkottarnas skadeinsekter	1141	
Investigations into the insects injurious to the spruce and pine cones		CXXXVII
GUNNAR SCHOTTE: Om aspens produktionsförmåga	1205	
Communication préalable de sept places d'essai		CXLVI
HENRIK HESSELMAN: Studier över de norrländska tallhedarnas förnygringsvillkor II	1221	
Studien über die Verjüngungsbedingungen der norrländischen Kiefernheiden II		CXLIX
SVEN ODÉN: Om kalkningens inverkan på sur humusjord... ..	1287	
Über die Einwirkung des Kalkes auf saure Humusböden		CLXIX

Studier över salpeterbildningen i naturliga jord- måner och dess betydelse i växtekologiskt avseende.

Bland de till antalet ganska få kemiska grundämnen, som äro oundgängligen nödvändiga för en växts utveckling, intar kvävet en i många avseenden egendomlig särställning. Kväveförrådet i växtens omedelbara omgivning är ofantligt stort. Luften består till 79 volymprocent av fritt kväve, men detta kväve kan endast på omvägar komma de högre växterna till godo, såvida de icke såsom leguminoser och några andra växter leva i ett egendomligt samliv med kväveassimilerande bakterier eller andra liknande organismer. Men även det kemiskt bundna kvävet är icke alltid tillgängligt för de högre växterna. Ehuru kvävet ingår som en nödvändig beståndsdel i växtens mest komplicerade kemiska föreningar, äggviteämnena, erbjuda företrädesvis de i kemiskt avseende enkla kväveföreningarna, ammoniak och salpetersyra, det för växten lättast tillgängliga kvävet. En jords förmåga att tillfredsställa en växts kvävebehov beror därför icke blott på jordens totala kvävemängd, utan framförallt på att kvävet kommer växten tillgodo i tillgänglig form. För de flesta växter är salpetersyran den lämpligaste kväveföreningen. De faktorer, som gynna salpeterbildningen, ha därför blivit noggrannt studerade, och snart sagt otaliga äro de undersökningar, som utförts angående salpeterbildningen i kultiverad jord. När det gäller skogsjord och annan mera naturlig jordmån, är förhållandet ett annat. Endast ett mindre antal undersökningar föreligga på detta område, och ända intill senaste tid har man haft tämligen oriktiga föreställningar om denna process i skogsmarken.

För några år sedan påbörjades vid Statens skogsförsöksanstalt en serie undersökningar över salpeterbildningen i naturlig jordmån. Till att börja

med bedrevos dessa studier mera vid sidan av andra arbeten, men allt efter som undersökningarna fortskredo, visade det sig, att salpeterbildningen spelar en stor roll i vissa skogsmarkstyper, och att många av våra skogsvårdsåtgärder torde äga sin betydelse just genom att gynna salpeterbildningen i marken. För att få en mera fullständig och på samma gång fördjupad inblick i salpeterbildningens betydelse, utsträcktes därför dessa studier till att omfatta flertalet av våra viktigare naturliga växtsamhällen. I det efterföljande lämnas en redogörelse för dessa undersökningar. I omedelbar anslutning härill publiceras en studie över vissa skogsvårdsåtgärders inverkan på markens bakterielliv och omsättningen av dess kväveförråd.

Vid de undersökningar, som ligga till grund för följande framställning, har jag erhållit ett värdefullt bistånd av anstaltens kemistbiträden, fil. kand. GURLI LAURENTZ, fil. kand. GURLI LAGERBERG f. HOFREN samt fil. lic. OLOF TAMM, vilka under sin tjänstgöringstid som kemistbiträden vid anstalten utfört en stor mängd kväve- och nitratbestämningar. Till dessa mina medhjälpare vill jag här uttala mitt varma tack för ett samvetsgrant och intresserat arbete.

Professor CHR. BARTHEL, föreståndare för Centralanstaltens bakteriologiska avdelning, har låtit oss begagna denna institutions kolorimeter för våra nitratbestämningar, docenten G. SAMUELSSON har ställt några fotografier från Norges fjälltrakter till min disposition och slutligen har lektor H. V. ARNELL bestämt och granskat en del mossor, som insamlats för att belysa ståndortsanteckningarna. Till samtliga dessa herrar vill jag här framföra mitt hjärtliga tack.

Experimentalfältet jan. 1917.

INNEHÅLL:

	Sid.
Kap. I. Skogsmarkens humuslager	301
Kap. II. Kvävet i humustäcket och dess omsättning.....	307
Kap. III. Kvävebalansen i skogsmarken	310
Kap. IV. Äldre undersökningar angående förekomst av salpetersyra i skogs- jord	315
Kap. V. Metoder vid studiet av salpeterbildning i naturlig jordmån	317
Val av undersökningsobjekt	317
Metod för påvisande av nitrifikationsbakteriers förekomst i marken	318
Direkt undersökning av jordens salpeterbildande förmåga	321
Undersökning av växternas nitrathalt	323
Kap. VI. Salpeterbildningen och dess roll i olika växtsamhällen	325
Boskogar	325
Blandskogar av ädla lövträd.....	328
Ekskogar.....	329
Almskog	332
Asklund	332
Lövängar	335
Lunddälder	340
Ålskogar	345
Örtrika granskogar.....	347
Örtrika tallskogar	352
Mossrika barrskogar	353
Lavrika barrskogar	358
Växtsamhällen å torvmarker	359
Växtsamhällen å mark med rörligt vatten i fjällen	362
Växtsamhällen å klippor	367
Koloniartade växtsamhällen å blottad mineraljord	370
Havsstrandsvegetation	373
Växtsamhällen å kulturjord	374
Kap. VII. Växtsamhällets fysionomiska karaktär och salpeterbildningen i mar- ken	376
Kap. VIII. Jämförelse mellan bakteriefloran i marker med och utan salpeter- bildning	378
Kap. IX. Salpeterbildningens ekologiska betydelse. Nitratofila växtformer ...	383
Kap. X. De markbildande faktorernas betydelse för salpeterbildningen i vårt lands naturliga jordmån	396
Kap. XI. Några karaktärer hos salpeterbildande och icke salpeterbildande jord.....	411

Kap. XII. Salpeterbildningens roll för skogens växtlighet ..	416
Detaljundersökningar:	
Boskogar	425
Blandbestånd av ädla lövträd ..	427
Lövängar.....	433
Lunddälder	442
Alskogar	455
Örtrika granskogar.....	460
Mossrika barrskogar	467
Växtsamhällen å torvmarker.....	473
Växtsamhällen å klippor	480
Växtsamhällen i fjällen	483
Koloniartade växtsamhällen å blottlagd mineraljord	485
Havsstrandsvegetation	488
Växtsamhällen å kultiverad jord	489
Tabeller:	
Tab. 1. Peptonspaltningsförsök	492
Tab. 2—5. Nitrifikation i lösningar	496
Tab. 6. Denitrifikation	514
Tab. 7. Salpeterbildningen vid jordprovns lagring	517
Litteratur	525

KAP. I. Skogsmarkens humuslager.

Humusskiktet i skogsmarken består utom av mer eller mindre rikligt inblandade mineraliska beståndsdelar av växtrester, som äro utsatta för mekanisk sönderdelning och kemisk omvandling. Härigenom förstöres till att börja med den organiska strukturen hos växtavfallet, men förvandlingen går än längre. De i kemiskt avseende mycket komplicerade ämnen, som uppbygga den levande växtkroppen, omvandlas så småningom i allt enklare ämnen. Under god tillgång på luft och under i övrigt gynnsamma förhållanden såsom lagom hög temperatur, lagom fuktighet, tillgång på mineralsalter etc. bildas föreningar av allt högre oxidationsgrad och såsom slutprodukter finna vi kolsyra, vatten, ammoniak eller salpetersyra och en del kvävefria mineralsalter eller föreningar, som äro fullständigt syrsatta eller oxiderade. Sker sönderdelningen utan luftens fria tillträde, bildas likaledes ämnen av enklare sammansättning, men slutprodukterna äro till större eller mindre del oxiderbara. Vid denna omvandling av de döda växtresterna spela såväl lägre djur, såsom maskar och insekter, som mikroorganismer, framförallt bakterier och svampar, en mycket viktig roll, icke minst vid de organiska föreningarnas oxidation. Väl steriliserad humus avskiljer sålunda i knappt märkbar grad kolsyra, medan osteriliserad är riktigt kolsyreallstrande (RAMANN 1911, sid. 144). Den stora roll, som mikroorganismerna spela vid humusbildningen, förklarar också varför denna process i så hög grad influeras av vattentillgång, temperatur och markens halt av växtnäringsämnen. Även vid riklig lufttillgång kunna därför slutprodukterna till väsentlig del bli oxiderbara, t. ex. då marken är fattig på mineralisk växtnäring.

Humusämnenas kemiska natur har länge hört till de minst utforskade områdena av jordmånsläran; ännu i dag äro svårigheterna på detta forskningsområde mycket betydande. Vad vi säkert veta om humusämnena är icke så mycket; ännu återstå ofantligt många problem att lösa.

Under de senaste åren har emellertid humusforskningen beträtt nya vägar, och resultat av största intresse ha därvid vunnits. Några av de viktigaste torde i detta sammanhang förtjäna att omnämnas, bl. a. därför att de bidraga till kännedomen om de i marken förefintliga kvävehaltiga ämnenas natur.

Bland de första forskarna på detta område märkes en japan, SUZUKI, som använt den av den bekante tyske kemisten EMIL FISCHER utbildade estermetoden, vilken fått en viktig användning vid utforskandet av äggviteämnenas kemi. Medels estermetoden har SUZUKI (1906—1908) ur naturlig humus lyckats framställa ett antal monoamino- och diaminosyror, ämnen vilka äro att betrakta som spjälkningsprodukter av de äggviteämnen, som han anser förefinnas i marken. Ett liknande resultat har en amerikansk kemist, ROBINSON (1911), vunnit vid undersökning av torv, ur vilken han kunnat isolera leucin och isoleucin. Leucin är inom den organiska kemien sedan gammalt bekant som en konstant spjälkningsprodukt av äggvita och förekommer för övrigt allmänt utbrett inom den organiska naturen, såsom i de högre djurens inre organer. Den forskare, som mest riktat vårt vetande på detta område genom talrika och omfattande undersökningar, torde vara O. SCHREINER, föreståndare för en avdelning av Förenta staternas Bureau of soils i Washington. Sedan flera år tillbaka pågår vid nämnda institution under hans ledning ett ifrigt forskningsarbete med att ur jorden isolera och identifiera de organiska föreningar, som tillsammans bilda vad man kallar humus.

En översikt av de vunna resultaten har SCHREINER (1912) framlagt inför »The american association for the advancement of Science» i okt. 1912, i vilket föredrag han även redogör för sina åsikter angående humusbildningen. Med metoder, som föga förändra de i marken förekommande organiska ämnena, ha SCHREINER och hans medarbetare lyckats att ur jord isolera ett betydande antal organiska föreningar av känd natur. Såsom exempel kunna anföras xantin, hypoxantin och adenin, arginin, lysin och histidin, kolin och trimetylamin bland de kvävehaltiga ämnena. Bland de kvävefria kunna nämnas pentosan, fytosterin och agrosterin, oxalsyra, bärnstenssyra, mannit och rhamnos. En av SCHREINERS medarbetare har i ett senare arbete (SHOREY 1913), lämnat en översikt av de t. o. m. år 1912 isolerade och identifierade ämnena; de uppgingo då till ett antal av 35. De ämnen, som kunna identifieras, utgöra stundom en betydande del av markens organiska beståndsdelar. I ett närmare beskrivet fall har SCHREINER lyckats att ur en jord, innehållande 0,96 % organiskt bundet kol, isolera ett så stort antal identifierbara organiska föreningar, att de representerade ej mindre än 21,2 % av detta kol (SCHREINER och SHOREY, 1910, sid. 57.)

De resultat, som framgått av SUZUKIS, ROBINSONS, SCHREINERS och hans medarbetares undersökningar, innebära ju något helt annat än de äldre kemisternas urskiljande av humin- och ulminämnen, krensyra och apokrensyra etc. Dessa representera icke några bestämda kemiska föreningar, utan utgöra väl närmast en blandning av sådana. De av de

amerikanska forskarna isolerade ämnena äro däremot organiska föreningar av noga känd sammansättning och hyggnad. Flertalet av dem återfinnas i levande djur eller växter och många av dem erhållas vid äggviteämnenas sönderdelning genom behandling med kemikalier, såsom syror och alkali. Härpå grundar också SCHREINER sin uppfattning om humusbildningsprocessen. Han jämför den närmast med den nedbrytning av organiska föreningar i enklare beståndsdelar, som man på laboratorierna åstadkommer genom oxidation, hydrolys, reduktion etc.

De amerikanska undersökningarna över markens organiska föreningar erbjuda ett utomordentligt intresse, ej minst från växtfysiologisk synpunkt. De i jorden levande mikroorganismernas näringsfysiologi erhåller en säkrare bas, när man på detta sätt lär känna de organiska föreningar i marken, som utgöra dessa varelsers näring. Svampars och bakteriers förhållande till olika organiska föreningar utgör ett viktigt fält för den näringsfysiologiska forskningen, och klart är, att kännedomen om de i marken levande mikroorganismernas näringsbetingelser skall bli än klarare och säkrare belyst, när man lärt känna, vilka näringsämnen som stå dem till buds i marken. Man kan utan tvivel påstå, att vår forskning på detta område hittills lidit av att vi känna så litet om markens organiska föreningar. Ju mer vår kunskap på detta område blir vidgad, dess säkrare bör vår uppfattning kunna bli om de markbeboende mikroorganismernas näringsvillkor. Men även i ett annat avseende erbjuda SCHREINERS undersökningar ett betydande intresse. Han har lyckats att ur marken isolera vissa organiska föreningar, som verka såsom gifter å högre växter, t. ex. på våra sädesslag. Bland dessa ämnen märkes dihydrooxistearinsyra. På en mark, som innehåller denna syra, når veteplantan en mindre fulländad utveckling. Enligt amerikanernes uppfattning utgör förklaringen till att en jord vid längre odling av en och samma växt blir vad man kallar »trött» att liknande organiska gifter därvid bildas.

Så viktiga som de amerikanska undersökningarna än äro, bör deras betydelse dock icke överskattas. Deras undersökningar omfatta hittills med undantag av ROBINSONS över torv endast jordar med låg halt av organiska ämnen och av ljus färg. Om de mörka, sura humusformer, som förhärskar i våra skogar, innehålla liknande ämnen som de amerikanska jordarna, vet man ännu ej. Ännu torde det vara för tidigt att uttala någon mening härom, men sannolikt är att de till väsentlig del bestå av andra ämnen.

Orsaken till de sura humusformernas sura reaktion har under de senare åren varit föremål för en livlig diskussion inom den vetenskapliga litteraturen. De äldre kemisterna tillskrev jordens sura reaktion förekomsten av syror, vilka samtliga voro av organisk, ej närmare utredd natur och gingo under namn huminsyra, krensyra o. s. v. Gent emot

denna uppfattning sökte BAUMANN och GULLY (1909—1913, GULLY 1915) i München göra gällande, att humusämnenen voro neutrala och av kolloid natur samt att deras sura reaktion berodde på att kolloiderna ur saltlösningar absorbera kationen, d. v. s. den positivt laddade jonen. Såväl deras experiment som hela deras kemiska åskådning har emellertid utsatts för en skarp kritik från fysikalisk-kemisk sida, gent emot vilken deras bevisföring ej synes kunna hålla streck (RINDELL 1911, ODÉN 1916). Det har dessutom lyckats en svensk kemist, S. ODÉN (1912, 1916), som utfört åtskilliga undersökningar över torvens kemi, att ur torv och andra sura humusformer isolera en trebasisk organisk syra av hög molekylarvikt (ca 1,000), som närmast torde motsvara de äldre kemisternas huminsyra. Syrans konstitution är emellertid ännu icke utredd. BAUMANN och GULLYS undersökningar hava emellertid den förtjänsten, att de starkt framhållit betydelsen av humusämnenas kolloidala natur, och då växlingar i det kolloidala tillståndet efter allt att döma ha en stor betydelse för nitrifikationen eller salpeterbildningen i marken, torde det vara lämpligt att även något vidröra denna fråga. I detta sammanhang kan emellertid endast framhållas några av de viktigaste fakta; en mera fullständig redogörelse skulle föra alldeles för långt.

Under begreppet kolloid eller kolloidalt förstår man ett visst slags tillstånd hos materien. Den engelska kemisten GRAHAM visade, att vissa ämnen i lösning kunna diffundera genom organiska membraner, andra däremot ej eller också ytterst långsamt. Då de diffunderbara vid lösningens indunstning kristalliserade, de icke diffunderbara däremot, såsom lim, öfvergingo i ett gelé eller gelatinliknande amorft tillstånd, kallade han de förstnämnda ämnena kristalloider, de senare kolloider (efter colla = lim). Den vetenskapliga forskningen har sedermera visat, att när en kolloid löses, bildas ej någon verklig lösning. Med särskilt utrustade mikroskop, s. k. ultramikroskop, kan man i lösningsmedlet observera små korn eller ytterst små partiklar, vilka befinna sig i livlig rörelse. Det är isynnerhet organiska föreningar med hög molekylarvikt, som bilda dylika lösningar, men även andra ämnen, såsom metaller t. ex. guld, platina etc., kunna genom lämpliga metoder bringas i kolloidalt tillstånd. Den kolloida metallen befinner sig i lösningen i form av ytterst små svävande partiklar, som befinna sig i livlig rörelse. I en verklig lösning kan man däremot ej urskilja några partiklar, den är vad man kallar optiskt tom, då den undersökes under ultramikroskopet.

De kolloida lösningarna bilda, kan man säga, ett mellanled mellan å ena sidan de verkliga uppslamningarna, å andra sidan de verkliga lösningarna. Medan uppslamningarna så småningom sedimentera, bestående i att de fasta eller uppslammade partiklarna sjunka till botten, hålla sig

de kolloidala lösningarna i årtal stabila. Från uppslamningarna skilja de sig ock genom partiklarnas storlek. Först när det i vattnet eller i lösningsmedlet befintliga ämnet uppnått en så långt gående finfördelningsgrad, att partikelstorleken ej överskrider en genomsnittsdiameter av $0,1 \mu$ ($1/10000$ mm), börja de kolloidala fenomenen att visa sig, partiklarna få egenrörelse och lösningarna bli stabila. När finfördelningsgraden ytterligare stiger till en genomsnittsdiameter av $0,01 \mu$ ($1/100000$ mm) övergå de kolloidala lösningarna i verkliga lösningar. När ett kolloidalt ämne löses eller fördelas i ett lösningsmedel, blir beröringsytan mellan lösningsmedlet (dispensionsmedlet) och det lösta ämnet (den dispersa fasen) ofantligt stor. Just av denna stora yta bero de kolloidala ämnenas egendomligheter, bl. a. ha de en stor förmåga att härigenom kvarhålla eller adsorbera salter ur deras lösningar. Genom en sådan adsorbition av den positivt laddade jonen i ett salt sökte BAUMANN och GULLY förklara, att många humusämnen reagera surt; en åsikt vilken, som nyss omtalats, blivit skarpt kritiserad. Markens adsorbtionsförmåga är ock till stor del bunden vid kolloiderna.

De i humus förekommande organiska föreningarna hava samtliga hög molekylarvikt och äro därför ägnade att bilda kolloidala lösningar. Från jordmånssynpunkt är de kolloidala lösningarnas förhållande gent emot salter eller elektrolyter av största vikt. Sätter man ett salt, t. ex. ett kalksalt till en kolloidal lösning, t. ex. en humuslösning flocka de i lösningsmedlet befintliga partiklarna sig tillsammans i smärre flockar, på samma gång som deras rörelse upphör. Det kolloidala ämnet faller ut, eller kanske riktigare sagt, det koagulerar. När det kolloidala ämnet befinner sig i lösning, säges det bilda en sol eller befinna sig i solstadium, när det koagulerar, bildar det en gel eller övergår i gelstadium. Den inverkan, som saltlösningar ha på kolloidala lösningar, spelar den största roll för humusämnenas och jordens struktur. I ett saltfattigt medium får jorden eller humusämnenas en mera jämn, tät struktur, enkelkornstruktur, emedan de olika partiklarna jämnt lagra sig intill varandra. I ett mera saltrikt medium flocka humuspartiklarna sig ihop i smärre klumpar. Jorden får en luckrare struktur, en klumpstruktur, som bättre tillåter markens genomluftning, rötternas nedträngande i marken etc. Den roll, som framförallt kalksalterna ha för humusämnens utfällning eller utflockning, framgår tydligt nog, då man jämför vattnet i bäckar eller i diken i det kalkrika Jämtland med vattnet i de kalkfattiga områdena av Norrland. I Jämtlands siluområde finna vi klara, genomskinliga vatten, i de kalkfattiga trakterna av Norrland bruna, av humusämnen färgade vatten. I det kalkrika Jämtland fällas humusämnen ut av kalken, i de kalkfattiga trakterna hålla de sig i lösning.

Även andra salter än kalksalter kunna härvidlag spela en roll, vilket vi få tillfälle att längre fram beröra.

Kasta vi en blick tillbaka på vad som här sagts om humus, torde som det viktigaste följande kunna anföras.

1) Ur humusfattiga jordar, men även ehuru i mindre omfattning ur torv, har man kunnat isolera organiska ämnen av känd sammansättning. I vissa fall uppgå de isolerade och identifierade ämnena till en rätt betydande andel av markens humus.

2) Många humusformer, särskilt de mörkfärgade, bestå dock till väsentlig del av till sin kemiska konstitution och sina egenskaper ej närmare undersökta ämnen.

3) Den sura reaktion, som vissa humusformer äga, beror på förekomsten av fria organiska syror.

4) Humusämnena ha i övervägande grad kolloidal natur, varför deras fysikaliska struktur starkt påverkas av det omgivande mediets eller markens halt av lösliga salter (elektrolyter).

Innan jag går vidare i min skildring, torde det vara lämpligt att något erinra om humustäckets strukturella beskaffenhet i våra skogar. I det följande kommer denna fråga ofta att beröras och olika former komma att närmare skildras. Här må det därför vara nog att erinra om, att man med fördel kan urskilja tvenna huvudtyper, som enligt hittills bruklig terminologi kunna kallas mulltypen och råhumustypen. Av båda finnas många olika varianter, och sins emellan äro de förbundna genom åtskilliga övergångsformer, men i de väsentliga dragen låta de sig lätt karaktäriseras. Till mulltypen höra de luckra, av maskar och insekter väl genomarbetade skogsjordarna. Dessa jordar utmärkas av en mera jämn övergång mellan det översta, på organiska ämnen rika lagret och den underliggande mineraljorden. Även i det översta skiktet äro humusämnena och mineralpartiklar blandade om varandra. Som typ för mulljorden kan anföras den goda bokskogsmarken, sådan den blivit skildrad och studerad av P. E. MÜLLER (1887). Mulltypen återfinna vi häst i våra lövskogar, framförallt i dem, som bildas av de s. k. ädla lövträden, men även barrskogar kunna uppvisa samma marktyp, dock huvudsakligen på kalkrik jordmån. Dels genom maskars och insekters verksamhet, dels ock på grund av att humusbildningen försiggår under inverkan av mineralsalter (elektrolyter) har humuslagret i mulljordarna klumpstruktur.

I motsats till mulltypen utmärker sig råhumustypen därav, att de multnande organiska ämnena bilda ett skikt eller ett lager på mineraljorden, från vilken detta skikt ofta kan lyftas upp som en matta eller en fäll.

Under detta humustäcke är mineraljorden ofta starkt urblekt, mer eller mindre klart vit till ett djup som kan uppgå ända till 15 cm. Under detta blekjordslager följer rostjorden, som utmärkes av en roströd färg och som stundom, helst när blekjorden är mäktig, har ortstenskaraktär. Strukturen av detta på marken liggande humustäcke är rätt växlande. I allmänhet kan man säga, att under det levande mosstäcket, ty ett sådant finnes i regel på dylik mark, följer ett skikt av halvmultnade, mer eller mindre sammanpackade mossrester, ris, grenar och dylikt, som ju närmare mineraljorden man kommer, ha en allt mer multnad beskaffenhet. Närmast intill mineraljorden får humustäcket ofta en klumpstruktur i likhet med vad fallet är hos jordar tillhörande mulltypen. Dock är detta skikt med en dylik struktur i regel föga mäktigt. Humusskiktets beskaffenhet växlar för övrigt mycket efter de olika växter, som bildat detsamma. Bildas humusskiktet huvudsakligen av mossor och barravfall, har det i allmänhet en mer lucker beskaffenhet än då bärris spela en större roll för dess uppkomst. I detta fall blir humustäcket gärna segt och starkt sammanhängande. Avfall av örter och gräs liksom bladavfall av björk och asp göra däremot gärna humustäcket mera luckert. Redan av dessa antydningar framgår, att humustäcket kan ha en rätt växlande beskaffenhet.

KAP. II. Kvävet i humustäcket och dess omsättning.

I föregående kapitel omnämndes, att man ur markens humusförråd lyckats isolera organiska kväveföreningar av känd konstitution såsom leucin, isoleucin, xanthin, histidin etc. Dessa ämnen äro bekanta såsom spjälkningsprodukter av äggviteämnen och ha påvisats såväl hos växter som hos djur. De äro på sätt och vis att betrakta som ett slags byggnadsstenar i den ytterst komplicerade äggvitemolekylen. Kan nu växten upptaga dylika ämnen ur marken och använda dem vid uppbyggandet av äggvitemolekylen, i stället för att själv bilda desamma av salpetersyra eller ammoniak och kolhydrater, vilken senare process förutsätter ett betydande kemiskt arbete? SCHREINER besvarar denna fråga med ja. (O. SCHREINER and J. J. SKINNER, 1912). Han har experimenterat med vattenlösningar av xanthin, hypoxanthin, arginin och histidin m. fl. ämnen. I dessa har han odlat veteplantor, vilka under försökstiden utvecklat sig förträffligt, fastän de ej haft någon annan kvävekälla än ovannämnda organiska föreningar. Hans försök äro utförda i mycket stor skala, men synas mig knappast bevisande nog. Försöken ha i varje enskilt fall endast pågått en kortare tid; i intet enda fall har försöksväxten (veteplantor) nått blomning. Så snart några blad utvecklat sig, ha försöken avbrutits. Vid

dylika undersökningar måste man synnerligen väl sörja för, att de organiska ämnena i näringslösningen ej sönderdelas av bakterier eller andra organismer. Deras försöksanordning lämnar häremot ingen fullständig garanti. Näringslösningarna skyddades endast av en pappskiva mot direkt beröring med den yttre luften, men den ombyttes ofta. Sönderdelningsprodukter såsom ammoniak eller salpetersyra ha ej kunnat påvisas i kulturvätskan, men detta kan ock bero därpå, att dessa ämnen upptagits av försöksväxten, omedelbart som de bildats. Kunna de amerikanska försöken ej anses såsom bevisande, så må dock erinras därom, att försök under fullt betryggande kontroll visat, att högre gröna växter kunna upptaga och assimilera sådana organiska kväveföreningar som metylamin, etyl-, propyl- och amylamin, utan att dessa först överföras i ammoniak eller salpetersyra (LUTZ 1899, CZAPEK II 1905, sid. 221). Det lider därför intet tvivel, att högre gröna växter kunna tillgodogöra sig mera komplicerade organiska kväveföreningar. Detta faktum har för bedömandet av skogsväxternas näring ett alldeles särskilt intresse, då de mera komplicerade kväveföreningarna i skogsmarken många gånger endast långsamt sönderdelas.

Ett snart sagt överskådligt antal experiment och undersökningar ha emellertid visat, att de i kemiskt hänseende enkelt sammansatta kväveföreningarna, ammoniak och salpetersyra, erbjuda växterna det lättast tillgängliga kvävet. Av dessa två är salpetern den mest lämpliga kväveföreningen för det stora flertalet växter. Den roll, som man av vetenskapliga och praktiska skäl tillskriver salpetern som ett viktigt växt-näringsmedel, framgår icke minst av de betydande summor, som det moderna jordbruket i Europa årligen använder för inköp av chilesalpeter, liksom också av industriens strävan att invinna luftens fria kväve och att i form av salpetersyrade salter erbjuda detta åt jordbrukaren. Som bekant har man lyckats i denna strävan, och den norska metoden att medelst en stark elektrisk låga förbränna luftkvävet till salpetersyra räknas som en av den moderna tekniska kemiens betydelsefullaste uppfinningar.

Det är sålunda tydligt, att även om marken innehåller en del assimilerbara organiska kväveföreningar, så måste dock dessa ämnens omsättning och sönderdelning i marken vara utav stor betydelse för dess fruktbarhet. En kännedom om de processer, varigenom det kvävehaltiga växtavfallet så småningom nedbrytes till enklare föreningar, har därför det största intresse för markläran.

Barr-, blad- och kvistavfall, döda mossrester etc., allt vad man under ett gemensamt namn kan kalla skogsförnan, innehålla kvävehaltiga organiska föreningar. När bladet eller barret på hösten gulnar, återförs visserligen en del av de kvävehaltiga ämnena till stammen eller grenen,

där de förvaras under vintern, men alltid stanna en del kväveföreningar kvar i den vissnande växt delen. Om deras kemiska beskaffenhet känner man intet med säkerhet, men efter allt att döma har man här att göra med ganska komplicerade kväveföreningar. Dessa angripas i marken av ett stort antal mikroorganismer, framför allt förruttnelsebakterier, vilka ytterligare sönderspjälka kväveföreningarna, vilka därvid delvis användas som näring åt bakterierna, delvis avskiljas i marken. Som en ganska konstant spjälkningsprodukt uppträder ammoniak, sålunda en kväveförening, som direkt kan assimileras. På denna sönderdelning av de organiska kväveföreningarna grundar sig en metod att undersöka en jords egenskaper. En steriliserad peptonlösning infekteras med en jorduppslamning, varefter lösningen får stå några dagar vid en bestämd konstant temperatur. En mer eller mindre livlig förruttnelseprocess börjar i peptonlösningen, yttrande sig bland annat däruti, att lösningen utvecklar en vedervärdig lukt. Förruttnelsegraden bestämmes därpå av den ammoniakmängd, som utvecklas, när peptonlösningen kokas med magnesia, varvid ammoniaken avdestillerar och uppfångas i svavelsyra. På detta sätt bestämmes vad man kallar jordens förruttnelseförmåga, en egenskap, som spelar en viktig roll för dess bördighet. Till denna sak kommer jag sedermera att återvända.

Den vid förruttnelsen bildade ammoniaken kan ytterligare oxideras till salpetersyrighet och denna till salpetersyra. Medan ett stort antal olika mikroorganismer förmå att vid äggviteämnenas eller andra mera komplicerade kväveföreningars sönderdelning avskilja ammoniak, ha endast, såvitt man hittills känner, ett fåtal organismer förmågan att oxidera ammoniaken till salpetersyrighet och salpetersyra. Salpeterbildningen hörde i äldre tider till de mera gåtlika processerna och man sökte förklara densamma som ett katalytiskt fenomen, i det att man ansåg att luftsyret i den porösa luckra marken skulle vara oxidationskraftigare än i atmosfären; marken tänktes verka ungefär som en platinasvamp. Även andra teorier ha framställts. PASTEUR, den moderna mikrobiologiens grundläggare, framställde emellertid den teorien, att salpeterbildningen vore en biologisk process, en åsikt som genom flerfaldiga försök vann åtskilligt i styrka. En rysk bakteriolog, WINOGRADSKY, lyckades också på 1890-talet att klarlägga salpeterbildningsprocessen. Enligt honom äro två slags bakterier verksamma, först oxideras ammoniaken av ett visst slags bakterier till salpetersyrighet (nitrit), varefter salpetersyrigheten oxideras till salpetersyra (nitrat). Nitritbakterierna äro små rundade bakterier, mikrokocker, som kunna uppträda i ett rörligt utvecklingsstadium, då kockerna genom fina cilier förflytta sig i kulturvätskan. Nitratbakterierna äro stavformiga och sakna svärmstadium.

Nitritbakterierna kunna endast angripa ammoniaksalter, men dessa kunna vara av olika slag, såsom ammoniumsulfat, ammoniumklorid, ammoniumfluorid etc. Gent emot organiska kväveföreningar, proteiner och aminosyror, äro de fullständigt overksamma. Ammoniakbildning är sålunda nödvändig för att nitrifikation skall äga rum.

En nödvändig betingelse för salpeterbildningen är vidare, att marken innehåller baser, som neutralisera de bildade syrorna, salpetersyrligheten och salpetersyran, vilka annars verka som gifter på de salpeterbildande bakterierna. Vidare måste luften ha fritt tillträde. Nitrifikationen är som oxidationsprocess en aërob, d. v. s. luftfordrande process, som avstannar om luftens fria syre utestänges.

De av WINOGRADSKY studerade bakterierna fordra för sin utveckling en neutral eller svagt sur jord. Som längre fram kommer att visas, förekommer dock nitrifikation även i sura jordar. Vi måste således antaga, att det finnes även andra än de av WINOGRADSKY studerade organismerna, som förmå nitrificera. Till denna fråga skall jag sedermera återkomma.

Nitrifikationsbakterierna ha en egenskap, som göra att de intaga en särställning i näringsfysiologiskt avseende. Genom ammoniakens, resp. salpetersyrlighetens oxidation vinna de energi, och tack vare denna energivinst kunna dessa klorofyllösa växter utan ljusets tillhjälp assimilera oorganiska kolföreningar såsom karbonater (nitritbildarna) eller kolsyra ur luften (nitratbildarna). De äro sålunda, fast de sakna klorofyll, alldeles oberoende av organisk näring. Man har därför ansett dem höra till en typ, som kunnat uppträda tidigare än alla andra organismer på vår jord.

Kasta vi en blick tillbaka på de processer i marken, som nu blivit i korthet skildrade, kunna de uttryckas genom följande skema.

Äggviteämnen \longrightarrow aminosyror och andra organiska kväveföreningar
 \longrightarrow ammoniak \longrightarrow salpetersyrlighet (nitrit) \longrightarrow salpetersyra (niträt).

Enligt ovanstående skema förlöper processen i neutral, väl genomluftad jord, men som vi skola finna, går processen i många fall icke så långt.

KAP. III. Kvävebalansen i skogsmarken.

Det kväve, som finnes i de vissnande bladen, barren och annat växtavfall, härstammar med några få undantag från den mark, dit bladen falla. Skulle skogsmarken icke få något nytt kvävetillskott, skulle förr eller senare en kvävebrist inträda, ty med det avverkade virket bortföres alltid en större eller mindre mängd organiskt bundet kväve. Skogsmarken tillföres emellertid på flera olika vägar bundet kväve, som täcka den genom avverkningen uppkomna förlusten.

Som bekant förmå leguminoserna tack vare sina egendomliga bakterierika rotknölar assimilera luftens fria kväve. Där leguminoserna växa, kan markens kvävemängd på detta sätt ökas. När ärtväxterna vissna ned, kommer det upptagna kvävet förr eller senare marken till godo. Det samma är förhållandet, där alarter förekomma. Såväl klibbalen (*Alnus glutinosa*) som gråalen (*Alnus incana*) ha egendomligt gestaltade rotknölar, som ha samma märkliga kväveassimilerande förmåga som leguminosernas (HILTNER 1896). Det kväve, som med de vissnande albladen tillföras marken, representerar därför ett nytillskott till dess kväveförråd.

Leguminoserna eller alarter förekomma emellertid endast i mera inskränkt grad i våra skogar, varför de i det stora hela ej kunna spela någon större roll. Det fria luftkvävet kommer emellertid marken till godo på andra vägar, som ha en större betydelse för skogens kväveekonomi.

På åkerbruksområdet har man länge haft sig bekant, att man stundom i skördarna från en åker kan taga mer organiskt bundet kväve än som motsvarar den tillförda kvävegödslingen. Detta kan pågå under flera år, utan att åkerens fruktbarhet minskas. RAMANN (1905, sid. 63) kunde också visa, att man vid bortförandet av det kvävehaltiga ströet i skogsmarken ej eller endast obetydligt minskar dess förråd av bundet kväve. Dessa erfarenheter ledde till den tanken, att jorden på något sätt upptar luftens kväve och omför det i en sådan form, att det blir tillgängligt för de högre växterna. Då det vid fortsatta undersökningar visade sig, att en åkerjord förlorar denna sin egenskap genom sterilisation, var det tydligt, att i marken förekomma fritt levande kväveassimilerande organismer. Ett antal sådana har man också lyckats renodla och närmare undersöka.

Den kraftigast verksamma synes *Azotobakter* vara, av vilken ett par arter äro beskrivna. *Azotobakter*-arterna äro emellertid utpräglade kalkväxter, varför de torde saknas i vår, i regel kalkfattiga skogsmark. WEIS och BORNEBUSCH (1914) ha anträffat *Azotobakter* i danska bokskogsmarker, dock endast i sådana av bästa kvalité. Av större betydelse äro sannolikt *Clostridium Pasteurianum* och andra smörsyre-alstrande bakterier, vilka enligt BREDEMANN, PRINGSHEIM m. fl. i regel ha förmåga att assimilera luftens fria kväve (BARTHEL 1916).

En fransk forskare HENRY i Nancy (1908) har genom direkta försök påvisat den roll, som kväveassimilerande organismer ha för ökande av skogsmarkens kväveförråd. Han fann nämligen, att multnande blad av bok, ek, tall, gran m. fl. öka sin kvävehalt, ej blott på grund av de kvävefria ämnenas oxidation under förmultningen, utan också absolut. Med ledning av sina försök beräknade han, att marken i en ekskog kunde på detta sätt öka sitt kväveförråd med 13 kg, i en bokskog med 12 kg pr år och hektar. Dessa kvantiteter motsvara enligt HENRY

ungefär de mängder, som bindas i den under året bildade vedmassan. I anslutning till dessa undersökningar ha HASELHOFF och BREDEMANN (VAGELER 1908, sid. 41—42), från torra boklöv isolerat en *Clostridium*-form, som är kväveassimilerande och som fått benämningen *Clostridium* *δ*. Sannolikt äro dock även andra mikroorganismer verksamma vid den kväve-assimilation, som äger rum vid lövens multning. Sålunda känner man, att vissa lägre svampar, som leva på växtavfall, t. ex. cellulosarika stamdelar, förmå assimilera luftens fria kväve. Hit höra t. ex. *Alternaria tenuis*, *Macrosporium herbarum*, *Hormodendron cladosporoides* och *Cladosporium herbarum*, vilka allmänt uppträda på multnande växtdelar (FRÖLICH 1908). Dessa spela för svamparna den rollen, att de bestå de kolhydrater, genom vilkas oxidation nödig energi vinnes för kvävet's assimilation. Andra kväveassimilerande svampar har CH. TERNETZ (1907) isolerat från *Ericace*-rötter, nämligen åtskilliga *Phoma*-arter¹, vilka visat sig äga en ganska kraftig förmåga att assimilera kväve. Även två vanliga mögelsvampar, *Aspergillus niger* och *Penicillium glaucum* ha samma förmåga, dock i mindre utpräglad grad.

Slutligen är att nämna att marken får ett tillskott av kemiskt bundet kväve genom nederbörden, som innehåller små och växlande mängder av ammoniak och salpetersyra. Kulturländerna med sin starkt utvecklade industri synas erhålla en på kväveföreningar rikare nederbörd än områden, som mera befinna sig i naturtillståndet, liksom ock ammoniakföreningarna där synas spela en större roll än nitraterna (VAGELER 1908, sid. 27—29). För vårt land har man beräknat ett tillskott med nederbörden av omkring 5 kg pr år och har (FEILITZEN och LUGNER 1910).

Om de kvävekvantiter, som på biologisk väg komma marken till godo, veta vi ännu litet. HENRYS nyss omnämnda undersökningar tala emellertid för att det här rör sig om högst avsevärda och för skogens kväveekonomi mycket betydande belopp. Liksom för alla biologiska fenomen spela säkerligen de yttre förhållandena en viktig roll, och hela processen torde växla allt efter växtsamhällets beskaffenhet och tillstånd. Så mycket vet man emellertid, att humusämnenen ha den betydelsen, att de lämna de för processen nödvändiga organiska kolföreningarna, men det skulle säkerligen innebära ett stort misstag, om man ville antaga, att processen bleve livligare, ju humusrikare marken är. Även härvidlag har utan tvivel humustäckets beskaffenhet en mycket stor betydelse. En undersökning av de faktorer, som inverka på markens kväveassimilation, skulle säkerligen kunna lämna resultat av stort praktiskt och teoretiskt intresse.

¹ Om dessa svampar ingå i den bekanta *Ericace*-mykorrhiza är emellertid mycket tvivelaktigt.

Ännu känner man föga om det sätt, varpå kvävet bindes av de kväve-assimilerande mikroorganismerna. Hos *Azotobakter chroococcum* kvarhålls det assimilerade kvävet i den levande bakterien och kan sålunda först efter dess död bliva tillgängligt för andra växter. Renkulturer av *Azotobakter agilis* och *Wienlandi* däremot avskilja vattenlösliga kväveföreningar av ej närmare känd beskaffenhet (MOLÉR 1915). Sannolikt blir det upptagna kvävet organiskt bundet hos flertalet kväveassimilerande mikroorganismer, så att det först efter dessas död och de organiska ämnenas sönderdelning kan bli tillgängligt för högre gröna växter.

Vid diskussionen av markens kväveekonomi måste även hänsyn tagas till att vissa bakterier ha förmåga att frigöra kvävet ur salpetersyra. Syret i salpetersyran använda dessa bakterier för sin andning, varvid det bundna kvävet bortgår i gasform. Denitrifikanter, som dessa organismer kallas, ha ansetts spela en stor roll såsom förringande markens kväveförråd, men deras betydelse härutinnan torde enligt nyare undersökningar hava blivit betydligt överdriven. Jag får längre fram tillfälle att återkomma till deras betydelse och deras förekomst i naturlig jordmån.

Vad som här ovan anförts angående den av kulturen oberörda markens kväveekonomi kan lämpligen sammanfattas på följande sätt. Kvävet härstammar från:

A) Multnande blad, grenar, mossrester etc. I regel härstammar detta kväve från den mark, där de multnande växterna ha vuxit; genom leguminoser, alarter och några andra växter erhålles dock på detta sätt ett nytillskott till kväveförrådet.

B) I marken fritt levande kväveassimilerande organismer, svampar och bakterier, som sönderdela markens organiska kolföreningar för erhållande av nödig energi för denna assimilationsprocess.

C) Ammoniak och salpetersyra ur nederbörden.

I den naturliga jordmånen spelar den under moment B nämnda processen sannolikt den största rollen.

Kväveförluster uppstå genom:

A) Lösliga kväveföreningars bortförande med grundvattnet.

B) Denitrifikanters verksamhet.

C) Skogsavverkning, slåtter etc.

Slutligen meddelas här nedan en skematisk bild, avsedd att åskådliggöra kvävet kretslopp i naturen. Den visar, hurusom äggviteämnena

i de vissnade bladen på marken av mikroorganismer sönderdelas till aminosyror, ur vilka avspjälkas ammoniak. Denna oxideras av andra bakterier till salpetersyrighet (nitrit) och denna till salpetersyra (nitrat). Salpetersyran upptages ur marken av högre gröna växter. Tillsammans med vid kol-syreassimilationen bildade kolhydrater förarbetas denna till aminosyror, vilka bilda så att säga byggnadsstenarna i den ytterst komplicerade äggvitemolekylen. Av dessa byggnadsstenar och under inflytande av ytterligare mängder kolhydrater bildas sedan äggviteämnena. Äggvite-syntesens förlopp är visserligen föga utredd, men i denna riktning torde man ha anledning antaga att den går (se t. ex. JOST 1913, sid. 183—187). Den yttre ringen åskådliggör på detta sätt kvävet ordinära kretslopp, men processer finnas också, som gå i motsatt riktning. Vissa

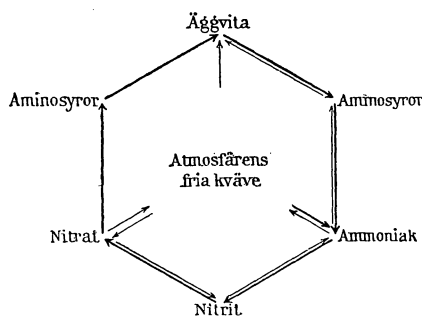


Fig. 1. Schematisk framställning av kvävet kretslopp i naturen och dess förhållande till atmosfärens fria kväve (huvudsakl. efter BARTHEL 1916).

organismer reducera salpetersyra till ammoniak, andra upptaga ammoniak direkt och förarbeta den till aminosyror. Men kretsloppet är icke slutet. Från luftens fria kväve göras invinningar, å andra sidan förekomma förluster. Leguminosbakterierna, de i alrötternas knölar levande mikroorganismer, de fritt levande, kväve-assimilerande bakterierna och svamparna upptaga luftens fria kväve och bilda organiska kväveföreningar (pilen vid sexhörningens spets). Vissa bakterier frigöra kväve ur salpetersyra

(denitrifikanterna), men marken får också tillskott av salpetersyra med nederbörden (de ut- och inåtriktade pilarna i figurens nedre vänstra hörn). Under processen går också en del ammoniak förlorad, men andra ammoniakmängder invinnas också av marken genom nederbörden och direkt genom absorption.

I det föregående har jag sökt uppdraga de viktigaste riktlinjerna för studiet av skogsmarkens kvävefråga. De beröra å ena sidan de processer, genom vilka skogsmarken erhåller sitt kväve, å andra sidan det sätt, varpå de organiska kväveföreningarna nedbrytas, så att kvävet blir tillgängligt för de högre gröna växterna. Det är tydligen frågor av eminent praktisk och teoretisk betydelse. Frågornas praktiska intresse förhöjes ytterligare därigenom, att vi genom våra ingrepp i skogen och skogsmarken kunna påverka de processer, som härvidlag äro verksamma.

De processer, genom vilka det organiskt bundna kvävet göres tillgängligt för högre gröna växter, ligger i närvarande stund kanske bäst till för det vetenskapliga forskningsarbetet. Den praktiska betydelsen av dylika studier är ock utomordentligt stor, även för skogsbruket. I detta hänseende torde det vara nog att hänvisa till förhållandena å de danska ljunghedarna. Marken i ljunghedarna är ingalunda kvävefattig, snarare motsatsen, men kvävet befinner sig i en svårtillgänglig form. Hedsskogsbruket måste därför genom inplantering av leguminoser eller på annat sätt sörja för tillförseln av kväve i assimilerbar form. Föreliggande undersökning avser närmast att utreda de förhållanden, under vilka kvävet blir för växterna tillgängligt såsom salpetersyra, d. v. s. i den för de flesta växter lättast tillgängliga formen.

KAP. IV. Äldre undersökningar angående förekomst av salpetersyra i skogsjord.

Ganska olika men var på sitt håll mycket bestämda åsikter ha gjort sig gällande angående salpetersorns förekomst i skogsmark och dess betydelse för skogsväxternas näring.

Den berömde franske växtfysiologen och åkerbrukskemisten BOUSSINGAULT (1886, s. 40) ägnade ingående studier över salpetersorns bildning och förekomst inom olika slags jordar. Även i skogsmark fann han salpeter, ehuru ej i någon betydande mängd, en observation som t. o. m. hos hans egna landsmän synes ha råkat i fullständig glömska. Detta torde till en icke ringa del bero därpå, att en av de mest verksamma skogsmarksforskarna under senare hälften av förra århundradet, EBERMAYER (1888), hade kommit till den uppfattningen, att salpeter saknas i naturlig jordmån. I de bayerska alperna undersökte han vatten från skogs- och mossmarker och fann, att dessa i regel saknade varje spår av salpetersyra. Endast där marken gödslats med latrin eller kreatursspillning, finner han salpeter i mera påvisbara mängder. EBERMAYER gjorde därför den åsikten gällande, att salpetersyra bildas i marken endast när de kvävehaltiga ämnena äro av animaliskt ursprung (urin, latrin, kreatursspillning), men att när de mer kvävefattiga växtresterna multna, nedbrytningen av de organiska kväveföreningarna ej föres längre än till aminosyror och ammoniak, i vilken form skogsväxterna skulle upptaga kvävet. EBERMAYER finner ett stöd för sin uppfattning i undersökningar av MOLISCH (1883), som i grenar och kvistar av åtskilliga träd (*Syringa vulgaris*, *Ulmus campestris*, *Philadelphus coronarius*, *Taxus baccata*, *Ampelopsis hederacea*, *Robinia Pseudacacia*, *Celtis australis*, *Ailanthus glandulosa*) ej kunde påvisa salpeter med de allmänt använda, mycket kän-

liga reagensen, brucin eller difenylamin i konc. svavelsyra, medan nitrat i riklig mängd kunde påvisas hos åtskilliga örter, framför allt hos sådana, som växa på odlad jord eller ruderatmark.

I vad mån dessa MOLISCHS iakttagelser kunna anföras som bevis för EBERMAYERS uppfattning skall sedermera diskuteras. Så mycket må emellertid redan här sägas, att deras beviskraft är mycket ringa. Även BAUMANN (1887), assistent hos EBERMAYER, kom till resultat, att salpetersyra saknas i skogsmark. Likaså en fransman BRÉAL (1887). Den senare använde en ganska enkel metod. En filtrerpappersremsa, doppad i en lösning av sulfofenol, lägges i beröring med den fuktiga jorden. Pappersremsan uppsuger markens fuktighet och färgas röd vid förekomst av salpetersyra. Om metodens användbarhet kan jag ej yttra mig, då jag ej haft tillfälle att pröva densamma, men den förefaller mig väl enkel.

De här i korthet omtalade undersökningarna gjorde, att den åsikten vann allmänt insteg i den vetenskapliga litteraturen, att salpetersyra ej eller åtminstone endast undantagsvis bildas i skogsmark. RAMANN nämner sålunda i andra upplagan av sin allmänt bekanta lärobok *Bodenkunde* (1905, sid. 138) att »In Waldböden finden sich keine Salpetersäure oder doch nur in Spuren», samt »Auf den besseren Böden ist offenbar die Bildung von Salpetersäure gering und bei der starken Durchwurzlung des Bodens in Wald und Wiese wird jede Spur, welche sich bildet, rasch von den Pflanzen aufgenommen». Ännu bestämdare uttalar sig HENRY (1908, sid. 206—208), som påstår att nitrifikation över huvud taget icke förekommer i skogsmark.

BOUSSINGAULTS undersökningar hade sålunda fallit alldeles i glömska, t. o. m. bland hans egna landsmän. Spridda iakttagelser, som göras så att säga mera i förbigående av botaniska forskare, visa emellertid, att salpetersyra kan bildas i skogsmark. FRANK (1888) och STAHL (1900), som båda gjort ingående studier över mykorhizan hos olika växter och dess betydelse, nämna flerfaldiga exempel på att de funnit salpetersyra hos skogsväxter. Den forskare, som genom sina undersökningar ställde frågan i ett nytt läge, var emellertid WEIS (1908), som påvisade salpetersyra i betydande mängder i olika mulljordar (bok- och askskogar) samt, ehuru i mindre avsevärd mängd, i bearbetad hedjord. Av hans studier framgick ock, att man måste tillskriva salpetersyrebildningen en viktig roll för skogens liv och trädplantornas utveckling. Sålunda visade det sig, att granplantorna utvecklade sig bäst i sådan hedjord, som innehöll salpetersyra, mindre väl i sådan, där salpetersyrebildningen knappt var påvisbar.

Med anledning av WEIS' studier ha även några andra forskare gjort

iakttagelser över salpeterbildning i skogsmark. Till deras resultat återkommer jag längre fram.

Redan vid början av mina studier fann jag, att man i salpeterbildningen hade att göra med en viktig växtekologisk faktor, vars närmare utforskande skulle ha ett såväl teoretiskt som praktiskt intresse.

Efterföljande skildring avser därför att giva en mera sammanfattande framställning av den roll, som salpeterbildningen spelar i naturliga växtsamhällen i vårt land. Även andra marker än skogsmarker komma därvid att behandlas, men som det kommer att visas, är en kännedom om dessa av hög vikt för att klarlägga de faktorer, som betinga kvävet omsättning till salpetersyra.

För bedömande av de erhållna resultaten spela emellertid de använda metoderna en viss roll. En redogörelse för dem må därför först meddelas.

KAP. V. Metoder vid studiet av salpeterbildningen i naturlig jordmån.

Val av undersökningsobjekt.

Vid val av de marker, som undersökts, har jag i första hand utgått från växtsamhällets beskaffenhet. Härigenom har hela denna undersökning fått en mera biologisk eller kanske rättare sagt växtekologisk prägel, än vad som kanske vanligen är fallet med de flesta avhandlingar, som behandla kvävet omsättning i marken. Detta torde dock i många fall innebära en fördel. Salpeterbildningens växtekologiska betydelse kommer härigenom att starkare framträda. Först i andra hand har hänsyn tagits till markens geologiska eller kemiska beskaffenhet.

En undersökning av en lokal har därför vanligen börjat med en ståndortsanteckning eller beståndsanalys.¹ Därefter har humustäckets beskaffenhet undersökts och en anteckning gjorts angående de viktigaste dragen i själva markprofilen. Vid jordprovstagningen har jag icke strävat efter att taga några generalprov, som skulle kunna läggas till grund för några mera kvantitativa beräkningar angående de salpetermängder, som

¹ Vid ståndortsanteckningarnas upprättande har jag använt den HULTSKA frekvensskalan. Vid sådana undersökningar, som huvudsakligen avse att ge en åskådlig bild av växtsamhället, anser jag denna metod fullt tillräcklig. Gäller det däremot att studera förändringarna inom ett mera begränsat växtsamhälle, måste noggrannare och skarpere metoder användas, t. ex. det av RAUNKIAER och LAGERBERG utarbetade förfaringssättet. En sådan uppfattning hysa också de bekanta schweiziska växtgeograferna (E. RÜBEL, C. SCHRÖTER och A. BROCKMANN-JEROSCH 1916, sid. 16). KYLIN och SAMUELSSON (1916) ha föreslagit att utbyta termen ståndortsanteckning mot beståndsanalys. Detta är nog en förbättring, men termen beståndsanalys har det emot sig, att man på skogshåll därmed avser en analys av trädbeståndet, dess sammansättning, tillväxt etc.

kunna erbjudas ett skogsbestånd. Dylika beräkningar synas mig ha ett mera tvivelaktigt värde. I stället ha proven tagits så, att de så vitt möjligt skulle representera ett i biologiskt hänseende enhetligt växtsamhälle. Härigenom har återigen möjlighet öppnats att diskutera innebörden av de smärre växlingar i växttäckets sammansättning, som förefinnas inom de flesta, även ganska snävt begränsade skogsbestånd.

För att så allsidigt som möjligt belysa salpeterbildningen i marken, ha undersökningarna utförts efter så att säga tre linjer, nämligen:

- 1) Jordproven ha prövats med hänsyn till förekomsten av salpeterbildande bakterier.
- 2) Jordprovens salpeterbildande förmåga har undersökts.
- 3) Växternas salpeterhalt i olika växtsamhällen har undersökts.

Här nedan lämnas en närmare redogörelse för de använda metoderna och en diskussion av de resultat, som stå att vinna på ena eller andra vägen.

Metod för påvisande av nitrifikationsbakteriers förekomst i jordproven.

Som förut omtalats är nitrifikationsprocessen en rent biologisk process; ammoniakens oxidation förorsakas av ett särskilt slags bakterier. För att påvisa förekomsten av dylika bakterier i en jord undersöker man därför dess förmåga att i en lämpligt sammansatt saltlösning oxidera ett ammoniaksalt till ett nitrat. Det är tydligt att de jordprov, som skola användas för detta ändamål, måste ha tagits med en viss försiktighet, så att man undviker infektion med främmande nitrifikationsbakterier eller andra störande organismer. De jordprov, som använts för bakteriologisk undersökning, ha därför insamlats i provrör med väl insatta bomullsproppar eller ock i glasburkar med väl inslipade glasproppar; de ha före användningen noga steriliserats å anstalten. Vid provtagningen grävdes med en ren spade en profil i marken; med en stor kniv, som för varje gång steriliserades över en spritlåga, renskrapades profilen noga. Sedan kanten av burken eller provröret upphettats över spritlågan, inskrapades med den steriliserade kniven provet i insamlingskärlet.¹ Vid flera provtagningar har jag nöjt mig med att endast avskrapa den levande markbetäckningen jämte skogsförnan samt att med all nödig försiktighet ta prov av själva humuslagret, varvid även dess mest multnade partier

¹ I handeln förekomma ett slags spritlampor av järnbleck, som äro mycket lämpliga för ändamålet. De ha ett tätt slutande lock, som fastskruvas, och kunna bekvämt medföras i fickan eller instrumentväskan.

medtagits jämte en del av mineraljorden. De iakttagna försiktighetsmåttén ha varit tillfredsställande, endast i ett par fall föreligger anledning att misstänka infektion.

För undersökning ha använts två något olika näringslösningar, nämligen

- | | |
|----------------------------|---------|
| 1) Ammoniumsulfat | 1 gr |
| Kaliumfosfat | 1 gr |
| Vattenledningsvatten | 1 liter |
| 2) Ammoniumsulfat | 4 gr |
| Kaliumfosfat..... | 2 gr |
| Vattenledningsvatten | 1 liter |

Lösningen n:r 1 (WINOGRADSKY, LAFAR 1904—1906 III, sid. 146) användes vid de tidigare undersökningarna, lösningen n:r 2 (BUHLERT och FICKENDEY) för de kulturer, som gjors efter jan. 1913.

För kulturerna användes erlenmeyerkolvar med en bottenvidd av 10 cm. I varje kolv användes 25 ccm näringslösning, försatt med 1 gr kolsyrad magnesia. Lösningarna steriliserades med iakttagande av nödiga försiktighetsmått för undvikande av ammoniakförluster (LAFAR, 1904—1906 III, sid. 146). Näringslösningen, som bildade ett mycket tunt skikt på kolvens botten, så att den lätt genomluftades, infekterades med den jord, som skulle undersökas. Vid de första försöken användes c:a 1 gr frisk jord till varje kolv, vid de senare 20 ccm av en jorduppslamning (100 gr jord i 200 gr vatten); från och med sept. 1915 ha 4 à 5 gr frisk jord använts till infektion.

Genom att följa de kemiska förändringar, som den infekterade saltlösningen genomgår, kan man bedöma om i jordprovet finnes salpeterbildande bakterier eller ej. Dessa böra nämligen oxidera ammoniaken till salpetersyrslighet och salpetersyra, och de förändringar, som härigenom inträda i kulturvätskan, kunna lätt iakttagas genom lämpliga reagens. För undersökning på ammoniak användes NESSLERS reagens, för salpetersyrslighet TROMMSDORFS, för salpetersyra difenylamin och konc. svavelsyra. Det senare reagenset ger utslag såväl för nitrit som för nitrat. Man kan därför ej vara säker på nitratförekomst, förrän kulturvätskan upphört att ge nitritreaktion, eller om man genom särskilda medel förstört nitriten. Reaktionerna utföras lämpligen på en porslinspalett, sådan som användes för akvarellmålning. Några droppar av reagenset hällas i de små fördjupningarna i paletten, ur kulturkärnen upptages en vätskedroppe medelst en steriliserad, i spetsen till en liten platta sammanvirad platina-tråd. Allt efter reaktionens styrka kan man ungefärligen bedöma kulturvätskans halt av ammoniak, salpetersyrslighet och salpetersyra. För att illustrera nitrifikationens gång återges i tab. 2—5 några av de förda för-

söksprotokollen. Reaktionens styrka är där angiven, varvid 0 anger, att reaktionen ej inträtt, 1 svag reaktion, 2 tydlig reaktion och 3 skarp reaktion.

De med jord ympade kulturkolvarna ha stått skyddade för ljuset i ett skåp vid vanlig rumstemperatur, 15° — 17° . Optimitemperaturen för nitrifikationsprocessen anses ligga omkring 25° , men då dessa undersökningar ej avse några kvantitativa bestämningar, har denna omständighet en mera underordnad betydelse.

Den här beskrivna metoden har funnit rätt vidsträckt användning och har även brukats för kvantitativa bestämningar, men den är icke fullt pålitlig. De negativa utslagen äro nämligen icke alldeles så säkra. Det har av senare tidens undersökningar framgått, att bakterierna äro mycket känsliga för näringssubstratets fysikaliska beskaffenhet. Särskilt nitrifikationsbakterierna förhålla sig i flera avseenden olika i jord än i en näringslösning. De äro sålunda vida mindre känsliga för lösliga organiska föreningar i jord än i kulturvätskor; i jord kunna t. o. m. små mängder organiska föreningar stegra salpeterbildningen, medan samma mängder i en näringslösning verka hämmande (se t. ex. COLEMAN 1908 och BAZAREWSKI 1906). Det kan också inträffa, att en salpeterbildande jord ej framkallar nitrifikation i lösning, åtminstone kan nitrifikationen där gå så långsamt, att den undandrager sig observation, om försöken ej pågå mycket länge. Frågan har särskilt studerats av två amerikanska bakteriologer, F. L. STEVENS och W. A. WITHERS (1909, sid. 355). Vid deras försök, som pågingo i fyra veckor, iaktogs en livlig salpeterbildning i kulturkärn med jord, som fuktades med en ammoniumsulfatlösning, medan ingen nitrifikation inträdde i kolvarna med en näringslösning, som ympats med samma slags jord. För att så vitt möjligt minska denna felkälla har jag låtit försöken med skogsjordar pågå i flera månader. Det har därvid visat sig, att fast det kunnat dröja en månad eller sex veckor, innan nitrifikation inträdde i kulturkärnen, dock så småningom en fullständig nitrifikation kunde äga rum.

BARTHEL har visat (1909, sid. 239—240), att det negativa resultatet i kulturkolvarna kan bero därpå, att denitrificerande (salpeterförstörande) bakterier förstöra salpetern, allt efter som den bildas. Bästa medlet här emot är att sörja för, att kulturvätskan är väl genomluftad. Som förut nämnts, har detta varit fallet i mina försök, men för att i alla händelser undersöka, om dessa organismer kunnat spela någon roll för de negativa resultat, som erhållits, har jag undersökt en serie typiska skogsjordsprov med hänsyn till förekomsten av denitrifikanter. Enligt en vanligen använd metod ha försöken utförts på så sätt, att en salpeterhaltig lösning ympats med en jorduppslamning, varefter salpeters försvinnande iakttagits genom att på bestämda mellantider pröfva den ympade lösningens reaktion med

difenylamin och konc. svavelsyra. För försöken har använts GILTAYS lösning, som har följande sammansättning.

Vatten	1 liter
Kalisalpeter.....	2 gr
Citronsyra	5 »
Magnesiumsulfat	2 »
Monokaliumsulfat	2 »
Klorkalcium	0,2 »
Järnklorid	spår.

Av denna lösning ha tagits 10 ccm till varje provrör, som sedan steriliserats och därefter ympats med jorduppslamning. De ympade provrören, fyra för varje försök, ha stått i termostat vid en temp. av 25°. Finnas denitrifikanter, minskas lösningens salpeterhalt nästan dag för dag för att snart försvinna, medan en livlig gasutveckling äger rum, i det att kvävgas bortgår. För att närmare belysa dessa försök, ha i en del fall resultaten återgivits i tabellform (se tab. 6).

Som förut nämnts kunna dessa försök med jordprovns förmåga att nitrificera en lösning av en viss, lämplig sammansättning ej anses tillfyllestgörande för att bedöma en jords salpeterbildningsförmåga. Som längre fram visas, äro de emellertid i hög grad ägnade, att biologiskt karaktärisera olika skogsjordsarter från varandra. För att resultaten skola bedömas till sitt verkliga värde, böra de emellertid kombineras dels med undersökningar angående markens salpeterhalt, dels ock med observationer över nitrathalten hos vissa karaktäristiska växter. De metoder, som härvid använts, skildras härnedan.

Direkt undersökning av jordens salpeterbildande förmåga.

En bestämning av markens salpeterhalt vid ett visst tillfälle har i och för sig rätt litet värde. Det finns knappast något annat viktigt näringsämne i marken, som visar så stark växling allt efter varierande yttre omständigheter som salpetern. Nederbörd, temperatur och växternas förbrukande av salpeter inverka mycket starkt på markens salpeterhalt. Stark nederbörd t. ex. kan genom urtvättning nedsätta salpeterhalten eller genom för stor fuktighet, varigenom lufttillträdet hämmas, nedsätta de salpeterbildande organismernas verksamhet. Ett exempel torde vara tillräckligt för att visa detta. Den förut omnämnde franske växtfysiologen BOUSSINGAULT undersökte bl. a. salpeterhalten i en trädgårdsjord tillhörande klostret Liebfrauenberg i det då till Frankrike hörande Elsass. Den 9 aug. 1856 fann han i jorden en halt salpeterkväve, motsvarande

178 mg natriumnitrat per kg jord, den 29 aug. efter oupphörligt regnande fann han i samma jord endast 8,3 mg natronsalpeter pr kg jord.

En tillfälligt utförd bestämning kan sålunda ge en alldeles missvisande föreställning om de mängder salpeter, som en jord under vegetationsperioden kan erbjuda vegetationen. En starkt salpeterbildande jord kan tillfälligtvis ge en låg siffra, en svagt salpeterbildande möjligen däremot en tämligen hög. För att med varandra jämföra två olika jordar fordras åtminstone att året om bestämningar utföras på vissa mellantider. Dock vore detta icke tillräckligt, ty man hade alltid att räkna med den mycket svårbestämda faktor, som ligger i vegetationens salpeterförbrukning. SIMON JOHANSSONS undersökningar (1911, sid. 155) över salpeters vandringar i en åkerjord visa, att denna faktor ingalunda bör underskattas.

I betraktande av de svårigheter, som en verkligt exakt, direkt bestämning av markens salpeterbildningsförmåga erbjuder, har jag valt en metod, som på senare åren kommit att användas rätt mycket vid nitrifikationsstudier. Undersökningarna ha inriktats på att studera den hastighet, varmed salpeter bildas i särskilda för ändamålet tagna jordprov. Endast fullt friska prov, som ej på något sätt torkas, kunna användas för detta ändamål. Sedan proven genom plockning med pincett befriats från rötter och grövre oförmultnade växtdelar, ha de siktats genom ett såll med rutformiga maskor av 2 mm:s vidd. För varje undersökning ha tagits 500—1,000 gr frisk jord. Av det väl genomblandade provet ha sedan uttagits 100—200 gr (beräknad efter torrsvikt) för direkt salpeterbestämning. Ett annat, likadant prov om 100 à 200 gr (beräknad på jordens torrsvikt) har införts i en stor erlenmeyerkolv om 1,000 ccm, varefter provet utbretts på kolvens botten och fuktats med destillerat vatten, tills provet fått en struktur, som överensstämmer med jorden i friskt, fuktigt tillstånd och som samtidigt tillåter luftens fria tillträde. Fuktighetsprocenten har därför växlat starkt alltefter jordprovets fysikaliska beskaffenhet. Humusrika jordar ha sålunda fordrat mera vatten än humusfattiga. I vad mån fuktningen kan ha spelat roll för salpeterbildningen, skall sedermera diskuteras. De sålunda beskickade kolvarna ha stått i 2—5 månader i vanlig rumstemperatur i ett mörkt skåp, varefter återigen salpeterhalten bestämts. Den bildade salpetern utgör då ett mått på jordens salpeterbildningsförmåga. Man har ej att räkna med någon urtvättning, ej heller med att de högre gröna växterna förbruka någon salpeter; de denitrifikanter, som möjligen finnas, kunna dock göra sig gällande. Genom att jordproven endast bildat ett mera tunnt luckert skikt på kolvens botten, ha emellertid villkoren för nitrifikation varit gynnsamma, för denitrifikation mindre fördelaktiga. Man skulle möjligen

kunna frukta för, att i jordproven skulle kunna inträda en nitrifikation, som ej förefunnes i proven i naturtillståndet. Utsikterna härför äro emellertid ytterligt små.

För bestämningen av salpeterhalten har använts den av WEIBULL (1908) i vårt land införda kolorimetriska metoden. Denna går ut på, att genom avrykning med fenolsvavelsyra omföra salpetern till pikrinsyra, som neutraliseras med ammoniak, varefter pikrathalten bestämmes kolorimetriskt. Metoden, som först utarbetats av GRANDVAL och LAJOUX (se WEIBULL) samt REITMAIR är tillförlitlig och så skarp, att den tillåter en bestämning av 0,0000 1 %, samt så bekväm, att den medger ett stort antal bestämningar. Till metodens fördelar hör ock, att nitriter ej giva den omnämnda reaktionen med fenolsvavelsyra. Vid analysens utförande ha WEIBULLS föreskrifter noga följts.

Undersökning av växternas nitrathalt.

Vissa växter ha benägenhet att i sina vävnader upplagra större eller mindre kvantiteter av de mineralsalter, som de upptaga ur jorden; andra däremot taga icke upp mer än vad de för tillfället förbruka. Till de salter, som vissa växter upphopa i sina vävnader, höra ock nitraterna. Somliga upplagra rätt betydande kvantiteter därav, andra däremot inga alls. Till de nitratsamlade höra i synnerhet ruderväxterna, d. v. s. växter, som växa på avskrädesplatser, starkt gödslad mark etc., såsom *chenopodiaceer* och dylika. Men även sådana växter kunna visa rätt märkliga skiljaktigheter. Sålunda har jag vid mina undersökningar ej kunnat påvisa någon salpeter i stammen eller bladen hos invid gödselstackar växande exemplar av en så typisk ruderväxt som *Polygonum lapathifolium*, medan svinmållan (*Chenopodium album*) på samma plats visade sig äga betydande salpetermängder i stammen.

Den salpeter, som finnes i en växt, har den tagit upp ur marken, då växterna själva icke bilda salpeter (JOST 1913, sid. 183). Finnes salpeter hos en växt, kan man därför vara säker på att den mark, på vilken den växer, är salpeterbildande. Ett negativt utslag har däremot icke samma betydelse. Dels kan den undersökta växten höra till dem, som ej upphopa någon salpeter i sina vävnader, ett exempel härpå nämndes nyss, dels kan också den upptagna salpetern redan vara assimilerad. STAHL (1900) har påvisat, att sådana växter, som vid kolsyreassimilationen bilda stärkelse, gärna upphopa nitrater, medan sådana, som endast bilda socker, vanligen äro nitrutfria.

Full klarhet angående salpeters omvandling i växten har man ej, mycket talar emellertid för den åsikten, att samtliga levande växtceller förmå assimilera nitrat. Vissa forskare, t. ex. GODLEWSKI tillskriva ljuset ett

gynnsamt inflytande på ägghvitebildningen, och sannolikt spelar det gröna bladet i naturen en roll för nitraternas assimilation. Så mycket är emellertid visst, att salpetern reduceras för att tillsammans med kolhydrater uppbygga aminosyror, de första byggnadsstenarna i den invecklade äggvitesyntesen. Kolsyreassimilationen spelar därför indirekt en roll för nitratassimilationen, så att den försiggår hastigare vid gynnsamma betingelser för den förstnämnda processen, sålunda under klart och varmt väder. Nitrathalten brukar därför ofta vara större eller lättare påvisbar vid mulet och kallt än vid varmt och vackert väder (SCHIMPER 1890).

Nitraterna upphopas företrädesvis i parenkymatiska vävnader, såsom i den levande mårgen, i den primära barken, i starkt utvecklade bladfötter etc. Vid undersökning av växter på salpeter har man den största utsikten att finna den i unga skottdelar, i synnerhet i uppsvällda nodi och liknande vävnader.

För påvisande av nitrat i växterna användes allmänt det känsliga reagenset difenylamin + konc. svavelsyra. Med en rakkniv skäras ej allt för tunna snitt av växten, snitten läggas i en droppe av det nämnda reagenset, varvid om salpeter finnes en blå rand visar sig kring snittet, vid större salpeterhalt kan hela droppen starkt blåfärgas¹. Negativa utslag böra emellertid behandlas med försiktighet; det har nämligen visat sig, att ligninet har en stor förmåga att hindra reaktionens inträdande; nitralthaltiga vedstycken ge därför icke någon reaktion (SCHIMPER 1890, sid. 217). Trots dessa brister kan man dock med rätt stor fördel använda difenylamin + konc. svavelsyra. Positiva utslag angiva med största sannolikhet nitrathalt, emedan nitriter, som även ge samma blåa färg, ej eller endast mera sällan upptagas av växterna. Metoden tillåter ock i viss mån en slags kvantitativ uppskattning allt efter reaktionens styrka. Jag har därvid förfarit så, att snittet lagts i några droppar difenylamin + konc. svavelsyra. Visar sig en svag blå rand, betecknas reaktionen såsom svag, visa sig kring snittet smärre blåa moln, anges reaktionen som tydlig, färgas vätskedropparna mörkblåa, anges reaktionen som skarp.

•

Som det framgår av vad här ovan anförts angående de använda metoderna leder ingen med absolut säkerhet till målet — den bästa metoden är undersökningen av jordens förmåga att bilda salpeter —, men de olika metoderna äro väl ägnade att komplettera varandra, och tillsammans ge de en ganska god och mångsidig inblick i de naturliga jordmånernas salpeterbildning, dess biologi och ekologiska betydelse.

¹ För dessa undersökningar har jag använt samma slags porslinspalett som vid reaktionsbestämningarna i kulturkolvarna.

KAP. VI. Salpeterbildningen och dess roll i olika växtsamhällen.

Då denna undersökning över salpeterbildningen i naturliga jordmåner i främsta rummet har ett växtbiologiskt syfte, ligger det närmast till hands att först skildra de enheter, som undersökts, nämligen de olika växtsamhällena, för att sedan övergå till en mera allmänt hållen redogörelse för nitrifikationens roll i den naturliga vegetationen. Jag hoppas på detta sätt bättre kunna få fram den betydelse, som salpeterbildningen har i rent växtgeografiskt avseende, och påvisa hur denna process, liksom alla andra biologiska processer, påverkas av klimatet. Klimatet spelar härvidlag såväl direkt som kanske framförallt indirekt en mycket viktig roll: direkt genom att temperatur och fuktighet inverka på mikroorganismernas liv, indirekt genom att klimatet reglerar de markbildande processerna, sålunda bidragande att prägla den miljö i vilken salpeterorganismerna leva. En skildring av de olika växtsamhällena bildar emellertid det bästa grundlaget för en diskussion av dessa frågor.

Boskogar.

(Detaljundersökningar sid. 425.)

Av boskogar kan man i vårt land i stort sett urskilja två typer, den ena utmärkt av ett mullartat, den andra av ett mera råhumusartat humusskikt. Några skarpa gränser finnas ej mellan dessa tvenne typer; man träffar ej sällan övergångsformer, om vilka man kan tveka, till vilken typ de böra föras.

Boskogen med mullartad humus har ett på marken löst liggande lager av torra löv. Under detta anträffas ett av maskar väl genomarbetat, luckert jordskikt med en växlande humushalt, som dock ej gärna överstiger 10 %. De organiska ämnena äro väl blandade med mineralpartiklarna. Humusskiktet övergår så småningom och utan skarpa gränser i den underliggande, mer eller mindre rostfärgade mineraljorden. Denna boskogstyp utmärkes av en karaktäristisk flora, i vilken följande växter särskilt förtjäna nämnas, nämligen blåsippa (*Anemone hepatica*), vitsippa (*Anemone nemorosa*), gulsippa (*Anemone ranunculoides*), myskmadra (*Asperula odorata*), violer (*Viola riviniana* och *V. silvestris*), *Dentaria bulbifera*, *Galeobdolon luteum*, *Stellaria holostea* och *nemorum** *glochidosperma*, *Melica uniflora*, *Milium effusum*, harsyra (*Oxalis acetosella*). I somliga boskogar av denna typ förekomma även *Allium ursinum* och *Mercurialis perennis*.

Av den örtrika boskogen kan man säkerligen urskilja olika under-

avdelningar eller facies. En på marken mera fordrande typ utmärkes av *Allium ursinum* eller *Mercurialis perennis*. En annan undertyp karaktäriseras av *Asperula odorata*, *Melica uniflora*, *Stellaria holostea*, *Viola riviniana* och *V. silvestris*. En mera örtfattig typ kan t. o. m. sakna *Anemone nemorosa* och hyser av mera karaktäristiska arter endast *Oxalis acetosella* samt några mer anspråkslösa växter som *Veronica chamædrys* och *V. officinalis*. Ett närmare studium av bokskogarna, vilket legat utom planen för detta arbete, skulle sålunda säkerligen kunna ge anledning till urskiljande av flere, väl karaktäriserade undertyper.

I bokskogarna med råhumus är det torra lövlagret mer eller mindre sammanvävt av svamphyfer. Under lövlagret förekommer ett segt, av insekter eller maskar föga eller icke alls bearbetat humuslager, som merendels ligger som ett särskilt skikt på mineraljorden, vilken i sin översta del är mer eller mindre urblekt, bildande blekjorden. Karaktäristiska växter äro skogsstjärna (*Trientalis europæa*), kruståtel (*Aira flexuosa*) samt ekorrbärsört (*Majanthemum bifolium*) och vårt vanliga blåbär.

Inom vårt land träffar man den mullrika bokskogen förnämligast i Skåne, där den mångenstädes kalkhaltiga marken gynnar typens uppkomst. Bokskogarna på de högre belägna delarna av Hallandsås däremot tendera till råhumustypen. Marken är där ofta överdragen av ett mosstäck, blåbärsriset är en karaktärsväxt, och humuslagret är ofta tämligen starkt råhumusartat. Även i andra delar av södra Halland t. ex. kronoparken Tönnersjöheden, visa bokskogarna en viss benägenhet för råhumusbildning, dock ej så utpräglad som på Hallandsås.

Bokskogsmullen har genom P. E. MÜLLERS (1887) skildringar blivit så att säga det klassiska exemplet på en mull. Kväveomsättningen i denna jordart kan därför påräkna ett alldeles särskilt intresse.

I bokskogarna på Söderåsen var salpeterhalten hos örterna och andra växter i maj 1915 rätt betydande. Tydlig eller t. o. m. kraftig salpeterreaktion gävo hallon (*Rubus idæus*), *Viola silvestris* och *V. riviniana* (i rotstockens övre och bladskafstens nedre partier), *Stellaria nemorum** *glochidosperma*, *St. holostea*, *Asperula odorata* (i de nedersta, något uppsvällda internodierna), *Oxalis acetosella* (i de något uppsvällda bladbaserna), *Arenaria trinervia*, *Lactuca muralis*, *Dentaria bulbifera* (på vissa platser), *Corydalis intermedia* (en del frodiga individ). I smärre luckor, utmärkta av låga hallonsnår, var i regel salpeterhalten hos örterna och gräsen större än i det mera slutna beståndet, t. ex. hos *Poa pratensis*. Genomgående negativt utslag gävo däremot *Anemone nemorosa*, *A. hepatica*, *Veronica officinalis* och *V. chamædrys* m. fl.

Av dessa observationer framgår, att en nitrifikation försiggår i bokskogsmullen. Salpeterbildande bakterier äro också allmänt ut-

bredda. Positiva utslag ha erhållits med prov från Blekinge (Ronnebytrakten, se tab. 2), Halland (kronoparken Tönnersjöheden, svag tendens till råhumusbildning, kronoparken Vallåsen, mulloas i bokskog med råhumus), Skåne (Kolleberga, se tab. 3), Östergötland (Omberg, se tab. 3). Även denitrifikanter (salpeterförstörande) bakterier förekomma; i GILTAYS lösning, ympad med jorduppslamning, försvinner ganska snabbt nitratreaktionen under gasutveckling (tab. 6.)

Den kvantitativa salpeterbildningsförmågan har vid försök visat sig kunna vara ganska betydande. Ett prov från en lokal med mycket fattig örtvegetation (se sid. 426) bildade under ett försök, som varade tre månader, 38 mg salpeterkväve per kg jord. Under samma tid producerade ett på samma sätt behandlat prov av lerig, med stallgödsel under samma år gödslad potatisjord 36,5 mg salpeterkväve per kg jord. I bokmullen omsattes 1,16 % av totalkvävet till salpetersyra, i potatisjorden 0,73 %. Andra försök ha visat en ännu livligare nitrifikation, ehuru man icke kunde iakttaga någon nitratanhopning hos örterna eller gräsen på den undersökta marken (se tab. 7 n:r 1, 4 och 6.)

WEIS (1909, sid. 272—273) fann vid sina undersökningar ganska betydande, men starkt växlande salpetermängder hos danska bokskogsjordar. Han undersökte omedelbart efter provens insamlande deras salpeterhalt och fann i en serie i december månad den högsta halten, 16,3 mg salpeterkväve, den lägsta i juni, 1,5 mg. I en annan serie växlade halterna mellan högst 9,4 mg i november månad och lägst 0 mg i juli månad, allt beräknat per kg jord. Märkligt nog fann han de högsta halterna salpeterkväve under årets kalla månader, november—februari, de lägsta under de varma, juni—juli. Möjligen sammanhänger detta med vegetationens hastiga upptagande av den i marken bildade salpetern, en sak, till vilken jag sedermera återkommer (se sid. 386). I jämförelse med dessa siffror måste begynnelsevärdena i tabellerna över lagringsproven anses som ganska stora. Proven ha dock ej omedelbart efter insamlandet kunnat tagas under behandling utan först efter någon tid. Prov n:r 6, som insamlades den 29 maj, analyserades dock redan den 28 juni, halten salpeterkväve, som då uppgick till 50 mg, var därför sannolikt redan vid insamlingen rätt betydande.

Av de av WEIS undersökta bokskogarna torde den ena med hänsyn till markfloras beskaffenhet närmast motsvara de beskrivna bestånden vid Skäralid i Skåne (se sid. 425), den andra däremot representerat en ännu örtrikare och frodigare typ. De prov, som närmare analyserats i tab. 7, härstamma däremot från en ganska artfattig typ (se sid. 426).

Av andra undersökningar förtjänar framhållas, att FRANK (1888) omnämner i samband med sina studier över bokens mykorrhiza, att han

funnit rikligt med salpeter hos åtskilliga bokskogsväxter och att MIGULA (1900) funnit, att jordprov från bokskogar kunna nitrificera en ammoniumsulfatlösning. HENRY däremot (1908, sid. 206—208) hävdar den uppfattningen, att salpeter ej bildas i bokmull, liksom överhuvudtaget ej i skogsmark. Såsom bevis anför han, att ett prov bokmull visserligen bildade salpeter, när det fick ligga i ett öppet kärl, men att när ett likadant prov täcktes av ett en cm mäktigt lager av boklöv, detta hindrade salpeterbildningen. Orsaken härtill söker han i denitrifikanterna, som i lövtäcket finna en lämplig näring. Att lövlagret i naturen ingalunda hindrar salpeterbildningen framgår emellertid till fullo av det faktum, att bokskogsväxterna ofta äro nitrathaltiga.

Såväl min egna som andras undersökningar (WEIS, FRANK) visa, att salpeter normalt torde förekomma i bokmullen. För örtvegetationen spelar salpeterbildningen en viktig roll, många bokskogsväxter upphopa åtminstone under våren nitrat i sina vävnader. I vad mån salpeterbildningen spelar en roll för trädvegetationen skall längre fram diskuteras.

Hittills har jag ej gjort några ingående undersökningar över nitrifikationen i bokskogens råhumus. Jordprov från bokskogarna å Hallandsås med mera utpräglad torvbildning nitrifierade ej en ammoniumsulfatlösning, men denitrifierade, ehuru långsamt, GILTAYS lösning (tab. 6 n:r 10.) WEIS har emellertid även där kunnat påvisa en om ock svag salpeterbildning (1909, sid. 290).

Av dessa här refererade undersökningar och av mina egna observationer torde till fullo framgå, att i bokskogar med utpräglad mull salpeterbildande organismer äro allmänt utbredda, likaså denitrifikanter. Bokskogens örter och gräs innehålla ofta avsevärda mängder nitrat. Jordprov från mullrika bokskogar kunna vid lagring bilda betydande mängder salpeterkväve.

Blandskogar av ädla lövträd.

(Detaljundersökningar sid. 427).

Medan boken i vårt land helst bildar rena bestånd, uppträda våra övriga ädla lövträd vanligen i blandning med andra. De rena bestånden intaga i regel endast helt små arealer, en ändring i markens beskaffenhet, de överallt vanliga ingreppen med yxan splittra de små ursprungliga rena bestånden och bidra till uppkomsten av blandbestånd av växlande beskaffenhet. Mest benägen för att bilda rena naturbestånd är kanske eken, minst sådana träd som alm, lönn och avenbok. Det som kanske främst utmärker bestånden av våra vanliga ädla lövträd med undantag av boken är den rika undervegetationen af lövfällande buskar samt rikedom på gräs och örter i markbetäckningen,

allt en följd av det rikligare ljustillträdet. Bladavfallet från träden och buskarna, de nedvisnande gräsen och örterna tas om hand av maskar och insekter och ge liksom i den godartade bokskogsmarken upphov till en mer eller mindre rik mullbildning. Hur kvävet i denna mull omsättes till salpetersyra belyses närmare av nedan skildrade skogssamhällen. För närmare detaljer hänvisas till sid. 427 i avdelningen för detaljundersökningar.

Ekskogar.

Som nyss nämndes, är eken bland våra övriga lövträd mest benägen för att bilda rena bestånd. Beståndens utseende växlar starkt, ej minst beroende på kulturens ingrepp genom yxan, betande kreatur etc. Från



Ur Skogsförsöksanstaltens saml.

Foto av förf.

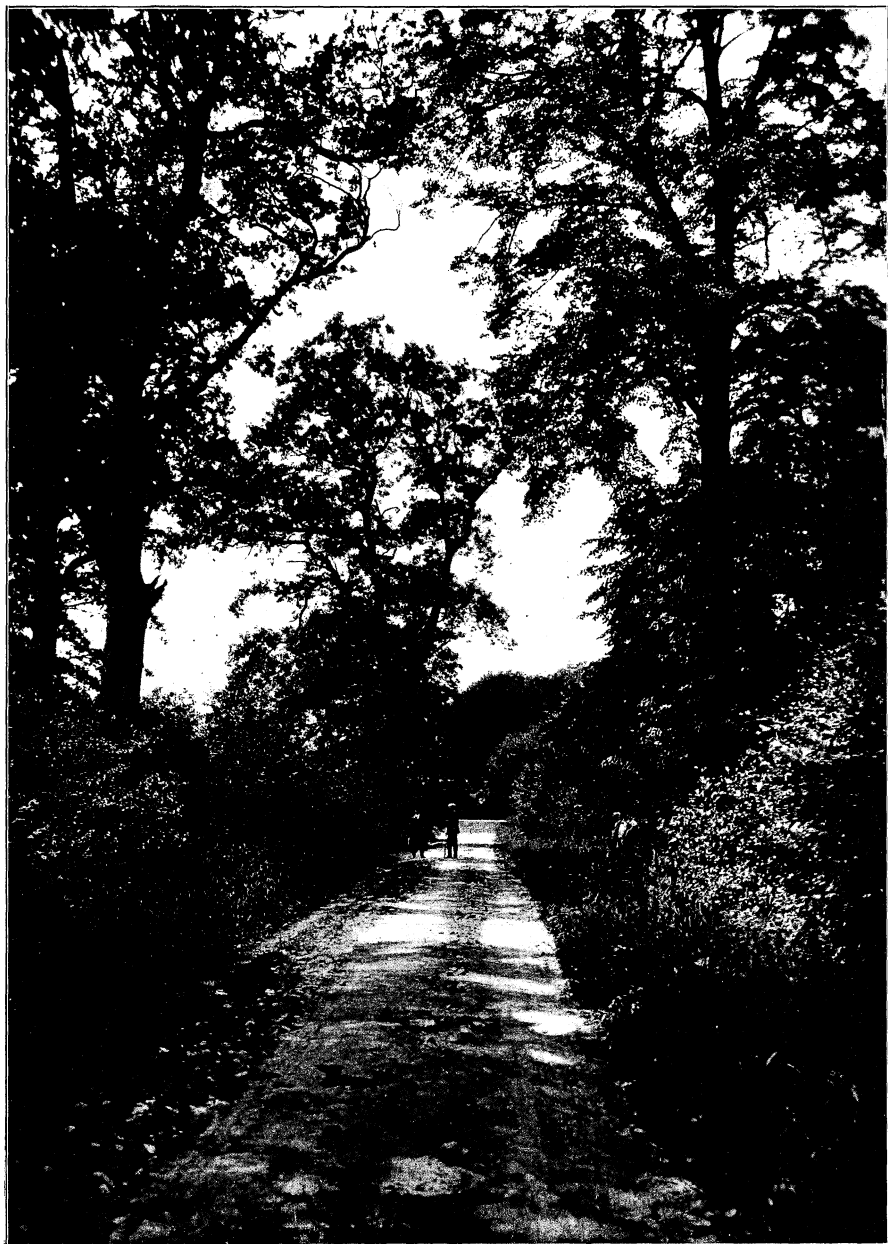
Fig. 2. Ekskog av mellansvensk typ. Uppland. Danderyds s:n. Djursholm ²⁴/₄ 1906.

Detaljbeskrivning sid. 430.

Eichenwald. Mittelschwedischer Typus. Detaillierte Beschreibung S. 430.

de mera starkt slutna bestånden med en mera rik undervegetation av buskar, finns en serie övergångar till de mera öppna soliga ekbackarna, en typ, som i synnerhet i mellersta Sverige representerar ekskogen.

Som ett exempel på en tämligen typisk, föga betad, men ganska ljus och öppen ekbacke kan anföras det å sid. 430 närmare skildrade ekbeståndet vid Djursholm (se fig. 2). Markvegetationen visar stark växling allt efter beskuggningsgraden. Under de vida ekkronorna träffas smärre, nästan slutna mattor af liljekonvalje, utåt kantade av en bård av *Geum urbanum*. Där beskuggningen är svagare än omedelbart under kronorna, men dock ej alltför svag, har vegetationen en mera lundartad karaktär, på mera öppna och torr mark en mera ängsliknande. Här är ej platsen att ingå på dessa detaljer, de belysas till en viss grad



Ur Skogsförsöksanstaltens saml.

Foto av G. Andersson och H. Hesselman.

Fig. 3. Blandskog av ädla lövträd. Skabersjö i Skåne. Träden äro ek, lind, alm.
Underväxt av hassel och hagtorn. 2 juli 1904.

Mischwald aus Eichen, Linden, Rüstern. Unterwuchs aus Hasel und Crataegus.



Ur Skogsförsöksanstaltens saml.

Foto av T. Lageberg.

Fig. 4. Sydsvensk ekskog med hassel, gräs och örter. Halland. Tönnersjöheden.
Südschwedischer Eichenwald. Hasel, Kräuter und Gräser.

av de å sid. 430 meddelade ståndortsanteckningarna. Liljekonvaljen och ett betydande antal örter från de mera lundliknande partierna visa om våren en betydande salpeterhalt; jordprov från olika delar av ekbeståndet ha ock visat sig kraftigt nitrificerande (proven n:o 43—45 i tab. 7). Det lider sålunda icke något tvivel, att ej kvävet i mulden i detta bestånd omsättes till salpeter. I ännu högre grad tycks detta vara fallet i de på undervegetation rikare ekbestånden i sydligaste Sverige, som ofta äro blandade med andra ädla lövträd. Deras allmänna utseende torde ganska väl belysas av fig. 3 och 4. Ett par sådana bestånd nära Röstånga i Skåne undersöktes av mig i maj 1915; detaljanalyserna återfinnas å sid. 427. Undervegetationen kan i dessa undersökta bestånd karaktäriseras som ganska rik, dock förekomma ej några särskilt sällsynta eller i Skånes lövskogar mer ovanliga arter. Ett betydande antal arter visade sig starkt nitrathaltiga, snitt genom mer parenkymatiska vävnader färgade ofta några droppar difenylamin + konc. svavelsyra skarpt mörkblåa. Till de nitratförande höra flera vårblommande lundväxter. Vid lagring bildade jordprov från dessa lokaler betydande nitratmängder (se tab. 7 n:o 7 och 8).

Almskog.

Ett med ekbestånden alldeles överensstämmande resultat gav en undersökning av lövskogen i Dalby hage, som bekant en av vårt lands allra vackraste och ståtligaste lövskogar, en vallfartsort för naturälskare från vida nejder i Skåne (BÜLOW 1911). Mera detaljerat undersöktes ett bestånd av ståtliga, vackra almar, blandade med kraftiga, resliga ekar, som tillsammans bildade ett naturbestånd av den mest imponerande beskaffenhet. Undersökningens detaljer återfinnas å sid. 431. Liksom i de nyss omnämnda ekbestånden är växternas nitrathalt betydande, även några vedväxter ge märkligt nog nitratreaktion, nämligen alm och hassel. Jordprov nitrificera en ammoniumsulfatlösning och bilda vid lagring betydande mängder salpeterkväve (tab. 7 n:o 9). Som förut omnämnts (sid. 306) har ligninet benägenhet att hindra salpeters reaktion med difenylamin + konc. svavelsyra. Då nitraterna, att döma av förhållandet hos örterna, helst hopas i den primära barken och i mårgen, hade man nog den största utsikten att finna salpetern hos träd i de unga, ännu oförvedade skotten. Dock ge dessa endast undantagsvis nitratreaktion, vilket ju möjligen kan bero därpå att skottens ligninhalt redan på ett mycket ungt stadium hindrar reaktionen. Så mycket märkligare är det då, att hos träd kunna påvisa en nitratreaktion. Till dessa frågor återkommer jag emellertid längre fram.

Asklund.

Ett annat exempel på hur förhållandena kunna gestalta sig i de ädla lövträdsbestånden lämnar en undersökning av asklundarna å ön Skabb-



Ur Skogsförsöksanstaltens saml.

Foto av förf.

Fig. 5. Örtvegetationen i en asklund i Uppland, Skabholmen i Vätö socken. Å bilden synas ramslök (*Allium ursinum*), skogssyska (*Stachys silvatica*) älggräs (*Spiraea ulmaria*) samt bingel (*Mercurialis perennis*). I mitten finnes en asktelning. 20 juni 1903.

Flertalet växter ha en hög nitrathalt. Detaljbeskrivning sid. 433.

Eschenhain. Hoher Nitratgehalt in den meisten Arten der Bodenvegetation. Detaillierte Beschreibung S. 433.

holmen i Stockholms norra skärgård. Vegetationen å denna lilla ö har förut varit föremål för ganska ingående studier (HESSELMAN 1904), och salpeterundersökningarna kunna därför utgöra ett slags komplement till förut publicerade iakttagelser. Asklundarna intaga de lägre, mer fuktiga partierna av holmen, utåt stranden till begränsas de av väl slutna alsnår, inåt land till övergå de så småningom i den mer öppna lövängen. Asklundarna ha å ena sidan en tydlig växtfysiognomisk anslutning till lunddälderna, å andra sidan visa de övergång till de mer öppna lövängarna. Asklundarna bilda ganska väl slutna bestånd. Förutom ask förekomma al, hägg, rönn, idegran. Ört- och gräsvegetationen är rik och av utpräglad lundkaraktär (se fig. 5), i det att skuggälskande örter dominera i markbetäckningen, såsom bingel (*Mercurialis perennis*), ramslök (*Allium ursinum*), stinksyska (*Stachys silvatica*) m. fl. Fig. 5 å sid. 333 torde dessutom ge en ganska god föreställning om vegetationens allmänna karaktär. Som detaljanalyserna, sid. 433, ge vid handen, är lundväxternas nitrathalt högst betydande. Ett stort antal örter ge en mycket stark nitratreaktion. Detta gäller t. o. m. en sådan växt som *Polygonatum multiflorum*, vilken vid kolsyreassimilationen ej bildar stärkelse utan endast socker (se HESSELMAN 1904, sid. 381) och sålunda enligt STAHL (1900) ej borde väntas vara nitratförande (se vidare sid. 323).

De undersökta ädla lövträdsbestånden ha gett ett överensstämmande resultat. I den mulljord, som bildas av blad- och växtavfallet i dessa bestånd, försiggår en mer eller mindre livlig salpeterbildning. Där beståndet är mera slutet, så att markvegetationen får en lundartad karaktär, är nitrathalten hos örterna ofta högst betydande. Flera av lundfloras vårblommande arter, såsom t. ex. *Pulmonaria officinalis*, *Adoxa moschatellina* ha ofta en betydande nitrathalt, och såsom särskilt nitratförande kunna nämnas *Geum rivale*, *G. urbanum*, *Melandrium silvestre*, *Spiraea ulmaria*, *Urtica dioica*, *Rubus idæus*, *Stachys silvatica*, *Lactuca muralis*, *Viola riviniana*, *V. silvestris*, *Stellaria nemorum** *glochidosperma*. Flera av dessa senare äro mera sällan eller nästan aldrig nitratfria, ss. *Geum rivale*, *G. urbanum*, *Rubus idæus* och *Stachys silvatica*. Andra karaktäristiska mullväxter äro däremot mera sällan nitratförande, t. ex. de tre *Anemone*-arterna. Där marken är mera öppen och ängsliknande, är nitrathalten hos växterna obetydlig eller ingen. Undersökningar ha emellertid givit vid handen, att även där försiggår en nitrifikation i marken.

Nitrifikationsorganismer äro allmänt utbredda i de ädla lövskogarnas mulljor. Positiva resultat ha erhållits vid undersökning av jordprov från Blekinge (Ronneby tab. 2 n:o 1 och 2), Skåne (Kolleberga tab. 3 n:o 16, Röstånga m. fl.). Även denitrifikanter förekomma (tab. 6 n:o 24).

Även prov från sådana platser, där växternas nitrathalt är betydande, visa sig ofta endast ytterst långsamt omföra nitrit till nitrat.

Mullproven ha vid lagring i Erlenmeyerkolv ofta alstrat betydande mängder salpeterkväve.

Dessa undersökningar kunna sålunda sammanfattas på följande sätt. I de ädla lövskogsbeståndens mulljord förekomma regelbundet salpeterbildande och salpeterförstörande organismer. Växterna i markbetäckningen upplagra ej obetydliga mängder nitrat i sina vävnader, framförallt när de växa på mera fuktig och starkt beskuggad mark. Jordprov ha vid lagring visat sig kunna bilda betydande mängder salpeterkväve.

Lövängar.

(Detaljundersökningar sid. 433).

Under namnet lövängar sammanfattas som bekant i den svenska växtgeografiska litteraturen en serie växtsamhällen av ganska olikartad och växlande sammansättning. I sin mest karaktäristiska form utgöras de av smärre bestånd eller grupper av ädla lövträd, mellan vilka en art-



Ur Skogsförsöksanstaltens saml.

Foto av förf.

Fig. 6. Öppen ängsvegetation i löväng. Uppland. Vätö s:n. Skabbholmen. 20/6 1903.

Geranium silvaticum, *Cirsium heterophyllum*, *Convallaria majalis*, *Polygonatum officinale*.

Offene Wiese in einer Laubwiese.

och blomrik ängsmatta utbreder sig. Lövängen representerar ekfloran i dess nordligaste utbredningsområde och visar därför den allra största anslutning till de i föregående kapitel närmare skildrade, mera slutna bestånden av ädla lövträd. Men även norr om den egentliga ekfloran träffar man växtsamhällen av samma allmänna fysionomi. Artantalet blir kanske något mindre, de ädla lövträden ha försvunnit och ersättas av björk, gråal, rönn och sälg samt i synnerhet närmare fjällen av högvuxna viden. Undervegetationen har på samma gång fått en mera nord-



Ur Skogsförsöksanstaltens saml.

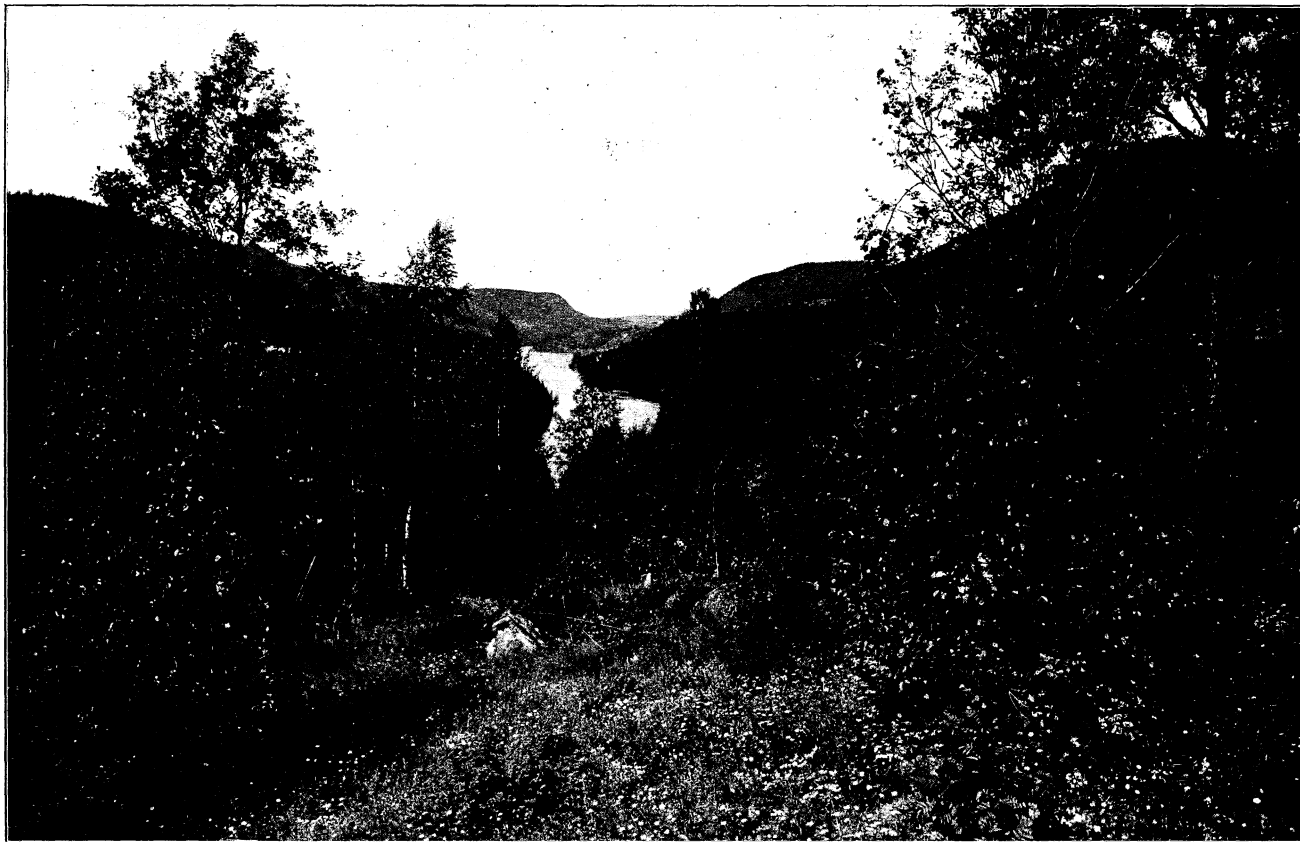
Foto av fört.

Fig. 7. Hassellund i löväng. *Anemone nemorosa*, *Geranium silvaticum*, *Milium effusum*, *Anthriscus silvestris*, *Polystichum filix mas*. Uppland. Österåkers s:n. Ström. Juni 1903.

Haselhain. Laubwiese.

lig prägel. Vissa författare (t. ex. G. SAMUELSSON 1910) kalla dessa växtsamhällen för björkängar och anse dem skilda från de egentliga lövängarna. Däruti ligger nog åtskilligt berättigt, i synnerhet med hänsyn till växtsamhällets floristiska sammansättning. Den fysionomiska och även den rent ekologiska likheten är emellertid så stor mellan mellersta och södra Sveriges lövängar och norra Sveriges björkängar, att man i denna mera översiktliga skildring kan behandla dem som en grupp.

Lövängarna variera mycket starkt med hänsyn till sin sammansättning. Markens kalkhalt, dess större eller mindre fuktighet, människans ingrepp



Ur Skogsförsöksanstaltens saml.

Foto av förf.

Fig. 8. Löväng av norrländsk typ. Sluttningarna mot Ångermanälven vid Forsmobron, Ångermanland, Fors s:n. Detaljbeskrivning s. 438^{1/7} 1914.

Laubwiese. Norrländischer Typus. Detaillierte Beschreibung S. 438.

genom yxan och slåttern, kreatursbetet torde vara de förnämsta faktorer, som påverka lövängens fysionomi och floristiska sammansättning. Härtill kommer då den växling, som förorsakas av klimatets olikhet i skilda delar av landet. Här kan ej vara platsen att ge någon mera uttömmande skildring av lövängarnas växlande sammansättning, i stället meddelas endast några exempel på lövängar av olika karaktär. Bland de analyserade bestånden finnas exempel såväl på mera slutna lundliknande lövängar som på mera öppna, torra och örtbacksartade. Även de mera nordliga och subalpina typerna äro representerade (jmf. även fig. 6—10).



Ur Skogsförsöksanstaltens saml.

Foto av T. Lagerberg.

Fig. 9. Löväng av nordisk karaktär. Ångermanland, Tåsjö s:n. Tåsjöberget ²⁴/₇, 1915.

Detaljbeskrivning s. 439.

Laubwiese. Nordischer Typus. Detaillierte Beschreibung S. 439.

Humusskiktet i lövängarnas mark är i regel utpräglat mullartad, i de mera slutna bestånden ofta mera än i de mer öppna.

Lövängsväxterna visa sig vanligen nitratfria. Detta gäller även sådana arter, som i andra växtsamhällen ofta visa en stark nitratreaktion, lövängsexemplaren kunna trots noggrann analys visa sig vara nitratfria. Ett undantag gör dock i de flesta fall hallon (*Rubus idæus*), som då den förekommer i lövängsbuskagen eller i deras kanter är starkt nitrathaltig. Vilken betydande skillnad, som kan finnas mellan de mera slutna ädla lövträdsbestånden på fuktigare och de mera torftiga hassellundarna å torrare mark framgår med all önskvärd tydlighet av undersökningarna

å Skabbholmen i juni 1916. I asklunden med dess slutna, yppiga vegetation var nitrathalten hos örterna högst betydande, i hassellunden gav



Ur Skogsforsöksanstaltens saml.
Fig. 10. Subalpin löväng. *Aconitum septentrionale*, *Geranium silvaticum*, *Alchemilla vulgaris*, *Spiraea ulmaria*. Jämtland. Åres:n. Slutningen av Mullfjället, 21/7 1915. Detaljbild av subalpin löväng. Beskrivning S. 440.

endast brännässlan (*Urtica dioica*) nitratreaktion och detta endast svagt. Nitratfria visade sig t. o. m. två så utpräglade salpeterväxter som *Geum rivale* och *Stachys silvatica* (angående detaljanalyser se närmare sid. 440).

Även i de subalpina björkängarna, t. o. m. då vegetationen är mycket yppigt utvecklad (se fig. 10), är nitrathalten hos växterna ingen eller obetydlig.

Nitrifikationsorganismer äro emellertid allmänt utbredda i lövängsmulden. Positiva resultat ha erhållits med prov från Södermanland (Ornö, Ängsholmen), Uppland, (Grisslehamn se tab. 3 n:o 17), Åre, Tåsjöberget lövängen vid Forsmobron i Ångermanland m. fl.

Jordprov, som lagras i Erlenmeyerkolvar, kunna bilda ganska betydande mängder salpeter. Det lider därför föga tvivel om, att ej en salpeterbildning förekommer i lövängsmarken, ehuru nitrater mera sällan kunna påvisas hos lövängsväxterna.

Undersökningarna över lövängarna kunna i huvudsak sammanfattas på följande sätt. Salpeterbildande organismer synas vara allmänt utbredda. Salpeter anhopas dock mindre ofta i markbetäckningens gräs och örter. Jordprov kunna vid lagring bilda avsevärda mängder salpeterkväve, dock synas de i detta avseende vara underlägsna liknande jordprov från de mera slutna ädla lövträdsbestånden.

Lunddälder.

(Detaljundersökningar sid. 442).

Under benämningen lunddälder brukar man i vår svenska växtgeografiska litteratur sammanföra sådana växtsamhällen, bestående av lövträd av olika slag samt bredbladiga gräs och örter, vilka komma till utbildning kring floder, bäckar eller i allmänhet kring mera starkt rinnande vatten. Lunddälderna äro i utpräglad grad edafiska växtsamhällen. Det rinnande vattnet och den mer eller mindre nedskurna dæld, i vilken bäcken söker sig fram, skapa de för denna växtformation lämpliga ståndortsbetingelserna. På sådana platser finner man lunddälder över snart sagt hela vårt land. Växtsamhället ernär en artrik utveckling i södra Sverige, bildande en egen facies karaktäriserad av bl. a. åtskilliga ädla lövträd. Från denna del av landet äro kanske lunddälderna bäst kända genom HULTS (1885) skildringar av Blekinges vegetation. Föga mindre örtrika och yppiga äro lunddälderna i mellersta Norrland, särskilt kända genom GREVILLIUS (1894) i biologiskt hänseende intressanta och viktiga skildringar. I det stora norrländska skogslandet bilda lunddälderna ofta smala randformationer kring bäckarna. Det enformiga barrskogstäcket avbrytes kring dem av en ljusare, mera öppen vegetation av gråal, björk och sälg, medan barrskogens ris- och mosstäcke ersättes av en mera artrik ört- och gräsflora. Många lunddälder hysa intressanta sydländska relikter (se t. ex. GUNNAR ANDERSSON och SELIM BIRGER 1912). Från sidorna tränger barrskogen in och stundom kan det hända, att hela lunddälds-

vegetationen inskränkes till den mera örtrika vegetation, som kransar själva bäcken, medan man ej kan spåra något egentligt avbrott i själva skogsbeståndet. Detta äger i synnerhet rum kring mera smala och obetydliga bäckar (se sid. 453).

Ovanför barrskogsgränsen ha lunddälderna sin fortsättning i de örtrika, lundartade björkskogar, som ofta utbildas kring rinnande vatten. Kommer man ovanför trädgränsen, kan man stundom spåra lunddäldens fortsättning i den vegetation av mjuka, bredbladiga örter, som stundom utbildas i fjällens nedre alpina regioner på mark med genomsippande vatten (se t. ex. ROB. FRIES 1910 sid. 255—258). Angående det rinnande vattnets betydelse inom den högsta fjällregionen meddelas längre fram några iakttagelser.

Det är tydligt, att lunddälderna inom olika delar av landet skola förete stora floristiska olikheter, men å andra sidan bilda de omisskänneligen en grupp av i ekologiskt hänseende verkligen samhöriga växtformationer. Ett bevis härpå ser jag i den omständigheten, att vissa karaktäristiska arter träffas i lunddälderna över mycket stora delar av landet, t. ex. *Stellaria nemorum*, *Epilobium angustifolium*, *Rubus idæus*, *Chrysosplenium alternifolium*, *Actæa spicata* n. fl. Liksom hos alla artrika växtsamhällen kan man också bland lunddälderna urskilja åtskilliga floristiskt karaktäriserade varianter, s. k. facies. Först då man kan närmare karaktärisera orsakerna till de olika varianterna, synes mig en närmare skildring av desamma kunna påräkna ett mera allmänt vetenskapligt intresse. Såsom viktiga moment för växlingarna i lunddäldernas sammansättning skulle jag vilja framhålla vattentillgång och vattnets olika rörelsehastighet, däldens topografi, markens större eller mindre kalkhalt samt sist, men icke minst traktens allmänna klimat. Inom en och samma lunddäld spårar man vanligen en stark växling i växttäckets sammansättning. Vattentillgången och vattnets större eller mindre rörlighet synas härvidlag vara de bestämmande faktorerna. Ju mer marken influeras av det rörliga vattnet, desto större roll spela de för lunddälden karaktäristiska växterna (se fig. 11 och 12). Där lunddälden gör ett avbrott i en barrskog finner man därför ofta bäckkanten invid vattnet klädd av en lunddäldsflora, medan kanske blott en fot därifrån markbetäckningen bildas av de för barrskogen karaktäristiska risen och mossorna (jmf. ant. sid. 453). De olika associationerna bilda, då bäcken slingrar sig fram mellan stenarna, en brokig mosaikartad matta, där somliga fläckar täckas av ris och mossor, andra av örter och gräs. Det är tydligt, att just dylika växlingar äro ägnade att ge en antydning om de faktorer, som äro de viktigaste i växtsamhällets ekologi.

Detaljanalyser av lunddälder äro återgivna å sid. 442. Man finner där



Ur Skogsforsöksanstaltens saml.

Foto av förf.

Fig. 11. Lunddäldsvegetation. *Polypodium phegopteris*, *Geranium silvaticum*, *Anemone nemorosa*, *Oxalis acetosella*. Hälsingland. Hassela s:n. Älvåsen. Detaljbeskrivning s. 446.
Haintälchensvegetation. Detaillierte Beschreibung S. 446.



Ur Skogsförsöksanstaltens saml

Foto av förf.

Fig. 12. Lunddäld. *Alnus incana*, *Sorbus aucuparia*, *Ribes alpinum*, *Struthiopteris germanica*, *Mulgedium alpinum*.

Hälsingland. Hassela s:n Älvåsen. 10/7 1915. Detaljbeskrivning s. 446.

Haintälchen. Detaillierte Beschreibung S. 446.

undersökningar från skilda delar av landet, Skåne Hälsingland, Jämtland och Ångermanland. De undersökta lunddälderna visa en rätt stor växling med hänsyn till sin floristiska sammansättning, dældens topografi etc., men många gemensamma karaktärsdrag äro omisskännliga. Till dessa gemensamma karaktärsdrag hör även gräsens och örternas betydande nitrathalt, som i regel är störst hos sådana individer, som växa närmast invid det rinnande vattnet. Vissa för lunddälderna utmärkande arter synas höra till vår floras mer utpräglade salpeterväxter, t. ex. gullpudran (*Chrysosplenium alternifolium*), andra arter, som i andra växtsamhällen vanligen äro nitratfria, äro i lunddälden starkt nitrathaltiga, t. ex. *Ranunculus repens*, *R. acris* och *R. ficaria*, *Prunella vulgaris*, *Actæa spicata*, *Fragaria vesca* m. fl. Även träd kunna i lunddälden ge nitratreaktion t. ex. almen (*Ulmus montana*) och asken (*Fraxinus exelsior*).

Alla observationer ge vid handen att det rörliga, syrerika vattnet influerar på växternas nitrathalt. Härom vittnar ju redan den iakttagelsen, att nitrathalten vanligen är störst hos de individ, som växa närmast invid bäcken, men i regel mindre hos dem, som växa ett stycke därifrån. För rinnande eller mera rörligt vatten karaktäristiska arter äro även, när de ej förekomma i lunddälder, ofta starkt nitrathaltiga, t. ex. *Cardamine amara*, *Mentha*-arter, *Sium angustifolium*, *Veronica beccabunga* m. fl. Förut nämndes att *Chrysosplenium alternifolium* i regel är nitrathaltig, detsamma synes också gälla dess nära släkting *Chr. oppositifolium*, som jag i somras (juli 1916) kunde undersöka på ön Anuglen i Bergens skärgård. Frodiga, i tidigt fruktstadium befintliga individ nära ett källdrag voro starkt nitrathaltiga, mindre frodiga, längre från det rinnande vattnet växande individ nitratfria.

Även i själva skogsmarken märkes ofta det rörliga vattnets betydelse härutinnan. Där den mera torra barrskogsmarken avbrytes av ett helt inskränkt, fuktigare parti med rörligt vatten märkes ofta också ett starkt avbrott i vegetationen, ormbunkar ss. *Polystichum spinulosum*, *Geum rivale* och ej sällan hallon uppträda på dylika platser och bilda ett avbrott i barrskogens triviala marktäcke. Hos hallon och *Geum* är ofta nitrathalten betydande, medan man varken hos växterna, ej heller i marken i det lilla källsågets omgivning kan finna salpeter. Jag skall sedermera visa, hurusom även i fjällens allra översta regioner det rinnande kalla vattnet har samma betydelse för växternas nitrathalt och återkommer därför längre fram till en diskussion om, hur det rörliga vattnet kan ha en sådan inverkan på vegetationen.

Humustäcket i lunddälderna har mullkaraktär, humusen är emellertid ej så blandad med mineraljorden som i verkliga mulltyper. Jorden har

emellertid en avgjord s. k. klumpstruktur, ej enkelkornstruktur. Under humustäcket är marken ofta svagt podsolerad.

De jordprov från lunddälder, som undersökts med hänsyn till sin nitrifikationsförmåga, ha efter en tid visat en mycket hög halt av salpeterkväve, i detta avseende överträffande jordprov från de flesta andra växtsamhällen (tab. 7 nr 5).

De här refererade undersökningarna kunna lämpligen sammanfattas på följande sätt. Lunddälderna äro utpräglat nitratofila eller salpeterälskande växtsamhällen, utmärkta av gräsens och örternas vanligen betydande nitrathalt. Nitratanhopningens styrka hos växterna och sannolikt också salpeterbildningens livlighet i marken regleras av vattnets rörlighet. Växterna på den mark, som livligast omspolas av vattnet, visa den största nitrathalten. Salpeterbildande och salpeterförstörande organismer synas vara allmänt utbredda. Vid lagring bilda jordproven betydande salpetermängder. Växtsamhällets nitratofila karaktär bibehålles över hela dess utbredningsområde.

Alskogar.

(Detaljundersökningar sid. 455).

Våra två vanliga alarter, gråalen (*Alnus incana*) och klubb- eller svartalen (*Alnus glutinosa*), bilda utmed stränderna av våra insjöar och utmed Östersjöns och Bottenhavets kuster strandsnår eller strandskogar. I Upplands och Södermanlands skärgårdar når klubbalen på dylika platser ej några grövre dimensioner eller någon mera betydande höjd, alen bildar där ofta ett slags lågskog, vilket också vanligen är fallet med gråalen, när den längre norrut bildar strandsnår. Markbetäckningen i alskogen utgöres vanligen av en ganska rik- och frodig ört- och gräsvegetation. I Upplands och Södermanlands skärgårdar höra hundkåx (*Anthriscus silvestris*), rödblåra (*Melandrium silvestre*), älggräs, (*Spiræa ulmaria*) och brännässla (*Urtica dioica*) till de mera framträdande karaktärsväxterna (se sid. 456).

Men alarterna föredraga också lokaler av lunddäldsnatur. Där trädbeståndet blir mera blandat och där dälden är mera skarpt utpräglad, skiljer sig beståndet föga från en verklig lunddäld. På mera jämn, men av vatten översilad mark kan man däremot träffa mera rena alskogar. Ett sådant beskrives närmare å sid. 455.

I strandskogen och strandsnåren av al täckes marken vanligen av ett tunt lager multnande löv, i det att mossor spela en mera underordnad roll. Under lövtäcket finnes ett mer eller mindre mäktigt, ganska luckert humustäcke, som i sina nedre partier föga blandas med den underliggande mineraljorden.

Av detaljanalyserna (se sid. 455) framgår, att nitrathalten är högst betydande hos flertalet gräs och örter, alldeles oberoende av om marken fuktas av ett genomsippande vatten eller ej. Att döma av örtvegetationens nitrathalt hör alskogen till de växtsamhällen i vårt land, där nitrifikationen är som allra livligast. Alskogarna utgöra också den naturliga växtplatsen för en av vår floras mest utpräglade salpeterväxter, nämligen brännässlan (*Urtica dioica*). Där förekommer också så gott som ständigt hallon (*Rubus idæus*), även den, som jag sedermera kommer att visa, en utpräglad salpeterväxt.

Jordprov från alskogarna nitrificera en ammoniumsulfatlösning, nitrifikationen går dock långsamt och det dröjer länge, innan nitriten överföres till nitrat (se tab. 5 n:r 38). Jordprov, som lagrats i Erlenmeyerkolf, kunna bilda betydande mängder salpeter (se tab. 7 n:r 2, 13 och 42).

Bland alla av mig undersökta växtsamhällen intaga alskogarna jämte lunddälderna det främsta rummet i avseende på växternas nitrathalt. Det torde därför vara av intresse att något diskutera alens kväveekonomi. Som bekant äga såväl gråal som klibbal egendomliga rotknölar, vars celler fyllas av en kväveassimilerande mikroorganism, *Frankia alni* eller *Schinzia alni*. Direkta experiment (kulturer) ha ock visat, att alen liksom leguminoserna kunna tillgodogöra sig — visserligen indirekt — luftens fria kväve. Alen är sålunda själv oberoende av markens kväveförråd och kvävetets tillgänglighet. Den livliga nitrifikationen i alskogsjorden torde ändock sammanhånga med alens förmåga att tack vare sina rotknölar tillgodogöra sig luftens fria kväve. Som bekant fällas klibbalens blad gröna, åtminstone är detta vanligen fallet i vårt land (se t. ex. NYMAN 1868 II sid. 268). Detta betyder att bladet ej tömmes på näringsämnen så fullständigt, som de gulnade (STAHL 1907). Klorofyllet består, som bekant, av två olika komponenter, äkta klorofyll som är grönt, och ett gult färgämne, karotin eller xantofyll. Att bladet på hösten gulnar, betyder att det gröna ämnet, klorofyllet, sönderdelas, varefter sönderdelningsprodukterna vandra in i stammen, medan det gula färgämnet stannar kvar, möjligen något förändrat. Det äkta klorofyllet är kvävehaltigt, karotinet kvävefritt. Då klorofyllets sönderdelningsprodukter vandra in i stammen sker en kvävebesparing (TSWETT 1908), som däremot klibbalen ej tyckes ha behov av. Denna egendomlighet, att alen fäller sina blad gröna, torde man kanske sätta i samband med dess förmåga att utnyttja luftens kväve; den blir mindre i behov av att spara på kväve. Hos gråalen fällas ej bladen gröna, de liksom svartna, men de bliva ej gula. En analys av albladens kvävehalt före och omedelbart efter fällningen och en jämförelse med andra blad i detta hänseende skulle emellertid vara önskvärda för att närmare belysa det här förda resonnemanget. För närvarande har jag

ej haft tid att undersöka saken, men torde snart återkomma till densamma.¹

Innan jag lämnar alskogarna, torde en sak förtjäna påpekas. HILTNER (1896), som experimentellt ådagalagt alens förmåga att genom sina rotknölar tillgodogöra sig luftens fria kväve, framhåller, att bildningen av nya rotknölar upphört i hans experiment, när försöksväxterna erhållit en svag salpeterlösning. I salpetern ser han därför ett hinder för rotknölsbildningen. I naturen råder tydligen ett annat förhållande. Trots den rikliga salpeterbildningen i marken, varom markbetäckningsväxternas höga nitrathalt bär vittne, förekomma på alrötterna stora, kraftiga rotknölar. Hur denna motsättning mellan förhållandena i naturen och experimentets utslag skall kunna förklaras kommer sedermera att närmare behandlas (se sid. 418).

Mina erfarenheter angående alskogar torde lämpligen kunna sammanfattas på följande sätt.

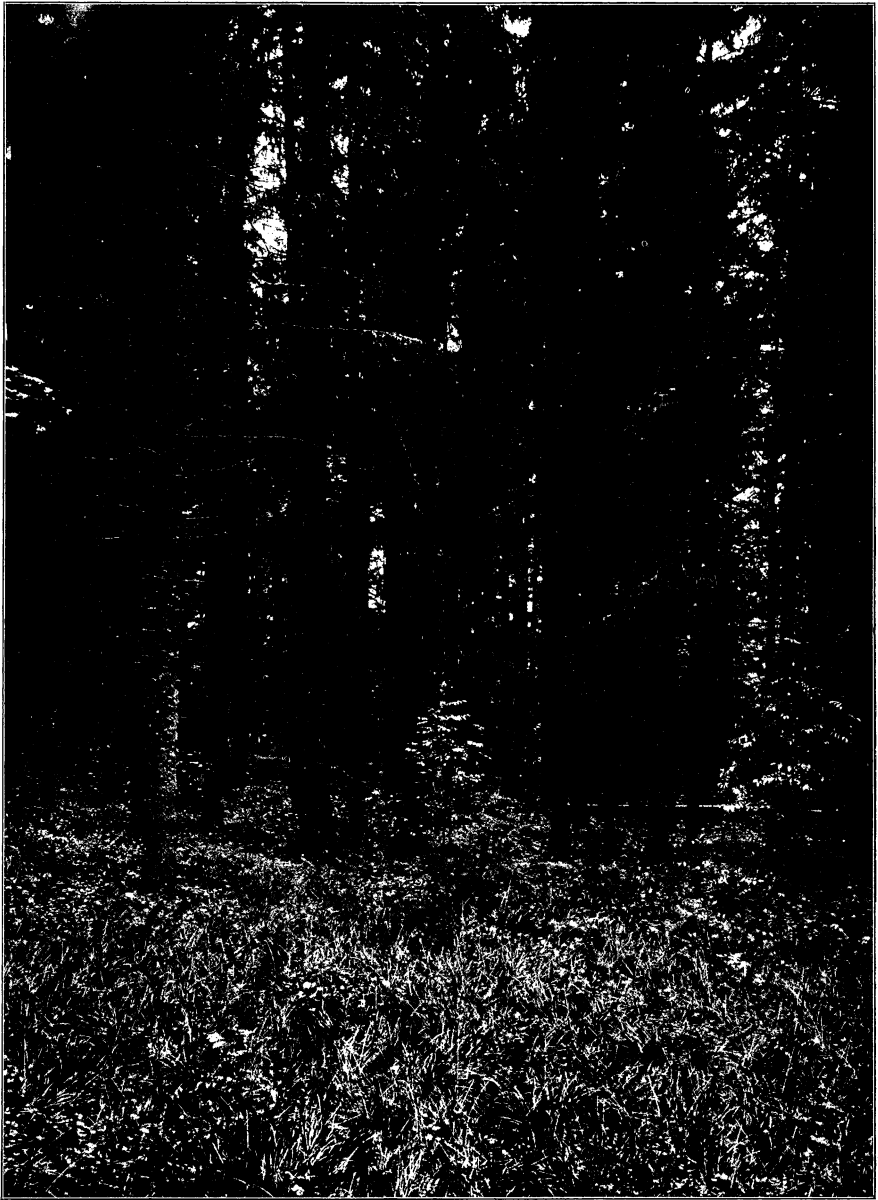
De örtrika albestånden, antingen de bildas av gråalen eller svartalen, ha en starkt utpräglad nitrotafil karaktär. Nitrater anhopas i markbetäckningens örter och gräs. Till alskogens karaktärsväxter höra ock flera av svenska florans mera utpräglade salpeterväxter såsom *Urtica dioica* och *Rubus idæus*. Salpeterbildande organismer äro allmänt utbredda. Jordproven bilda vid lagring betydande saltpetermängder.

Örtrika granskogar.

(Detaljundersökningar sid. 460).

Under benämningen örtrika granskogar brukar man sammanfatta sådana växtsamhällen, där trädbeståndet utgöres av gran, men där markbetäckningen har en mera ängs- eller snarare lundliknande karaktär. De ha i den svenska litteraturen skildrats mera utförligt av bl. a. ALBERT NILSSON (1896), som studerade desamma på Omberg. De förekomma gärna på kalkhaltig mark t. ex. på Omberg, i det kalkrika östra Uppland samt på och i närheten av Värmlands hyperitberg (se fig. 13). I Norrland träffar man liknande växtsamhällen häst i skarpa sluttningar med mera rörligt, rinnande vatten (se GUNNAR ANDERSSON och HENRIK HESSELMAN 1907.) Utmärkande för dessa nordliga örtrika granskogar

¹ I detta hänseende kan en upplysning, som jag erhållit av fil. lic. LARS GUNNAR ROMELL, vara värd att omnämnas. I Stockholms yttre skärgård t. ex. på Rödlöga, där det kan vara ondt om vinterföda till kreaturen, pläga bönderna hopsamla och torka de fallna gröna allöven och använda dem som tillskott till vinterfodret. Allövet anses av bönderna för ganska värdefullt. Däremot hopsamla de ej, som naturligt är, de gula bladen av björk, asp eller ask. Denna sed hos skärgårdsbönderna talar ju för, att klibalens blad ej tömmas vidare starkt på näringsämnen om hösten.



Ur Skogsförsöksanstaltens saml.

Foto av förf.

Fig. 13. Örtrik granskog. Morän med hyperitblock. Värmland, Mölnbacka. Detaljbekrivning s. 461. ^{16/9} 1909.

Kräuterreicher Fichtenwald. Moräne mit Hyperitblöckchen. Detaillierte Beschreibung S. 461.

eller granlundar är att i markvegetationen ofta ingå mer högvuxna gräs och örter, vegetationen företer en viss likhet med lunddälden (se fig. 14),



Ur Skogsförsöksanstaltens saml.

Foto av T. Lagerberg.

Fig. 14. Markbetäckning i örtrik granskog. Norrbotten. Piteå s.n. Rokliden. *Geranium silvaticum*, *Rubus saxatilis*, *Polypodium dryopteris*, *P. phegopteris*, *Cornus suecica*, *Epilobium angustifolium*. Juli 1910. Detaljbeskrivning s. 465.

Bodenvegetation im kräutertreichen Fichténwald. Detaillierte Beschreibung S. 465.

medan i mellersta och södra Sveriges örtrika granskogar markbetäckningen i huvudsak bildas av mera lågvuxna gräs och örter. Där marken är kalkhaltig och där sluttningen samtidigt är stark, blir markvegetationen ofta synnerligen rik och yppig. Ehuru örterna utgöra ett mycket framträdande karaktärsdrag, saknas ingalunda ris, vanligen förekommer t. ex. blåbär. Man kan, i synnerhet i de norrländska granskogarna, finna en viss lag-

bundenhet i risens uppträdande. De hålla förnämligast till på stubbar, kring foten av trädstammar etc., där humusbildningen har en annan karaktär än på marken emellan träden, där gräsen och örterna dominera. Analoga företeelser finner man även på själva marken, i synnerhet på sluttningar av mera kalkrik mark. På alla mer upphöjda partier förhärskar den normala granskogsvegetationen med ris, mossor etc., medan man i smärre, helt obetydliga fördjupningar, små sänkor etc. finner en mera utpräglad och fordrande örtvegetation. I dylika smärre sänkor växa t. ex. i Ammers kronopark i östra Jämtland (se sid. 470), blåsippor, *Vicia sepium* och *Vicia silvatica*, *Orob. vernus* m. fl., medan markbetäckningen för övrigt kan ha den för granskogarna mera normala karaktären. Även i det egentliga silurområdet i Jämtland kan man återfinna en liknande fördelning av växlingarna i markvegetationer. Som jag längre fram kommer att visa, sammanhånga dessa företeelser på det närmaste med hela markbildningsprocessen. Jag anser det därför lämpligast att i ett sammanhang diskutera de härvid verksamma faktorerna och återkommer alltså till denna fråga i kap. X.

I granlunderna eller de örtrika granskogarna har humustäcket vanligen mullkaraktär. Ibland finner man en mera jämn övergång från de översta starkt humushaltiga skikten till den underliggande mineraljorden, i andra typer åter bildar humuslagret mera ett slags täcke över mineraljorden. I båda fallen har humusskiktet klumpstruktur.

Å sidorna 460—466 meddelas några detaljanalyser över undersökta granlundar och örtrika granskogar. Av dessa framgå, att man endast mera undantagsvis kan påvisa salpeter hos växterna i markvegetationen. T. o. m. så utpräglade nitratväxter som hallon (*Rubus idæus*) och hundviol (*Viola riviniana*) kunna vara nitratfria. Då och då finner man dock salpeter. Nitrifikationsorganismer finnas emellertid, en ammoniumsulfatlösning oxideras, ehuru långsamt, till salpetersyra (se tab. 2 n:r 8, 26 och tab. 4 n:r 33). Jordprov kunna vid lagring bilda betydande mängder salpeter (se tab. 7 n:o 38, 46, 56 och 61).

Emellertid finns det också vissa typer av ganska örtrika granskogar, där man sannolikt icke kan påvisa en nitrifikation, till en sådan typ hör sannolikt den å sid. 473 närmare skildrade granskogen. Jordprov från detta bestånd ha ej nitrifierat en ammoniumsulfatlösning, men deras förmåga att vid lagring bilda nitrat har ej undersökts. Huruvida man i vegetationens sammansättning alltid kan påvisa en bestämd och klar skillnad mellan örtrika granskogar med och utan nitrifikation vill jag emellertid tills vidare lämna obesvarat.

Undersökningarna angående de örtrika granskogarna torde lämpligen kunna sammanfattas på följande sätt. De frodigare, gräs- och ört-rikare varianterna av granlundarna höra till de salpeterbil-



Ur Skogsförsöksanstaltens saml.

Foto av förf. och T. Lagerberg.

Fig. 15. Örtrik tallskog. Gotthland, Skogsholms kronopark. Detaljbeskrivning s. 466. Juni 1910.

Kräuterreicher Kiefernwald. Detaillierte Beschreibung S. 466.

dande växtsamhällena. Endast undantagsvis kan man emellertid påvisa någon nitratanhopning i markbetäckningsväxterna, ej ens hos mer utpräglad nitratofila arter som *Rubus*

idæus och *Viola riviniana*. Salpeterbildande organismer förekomma dock i marken. Jordprov bilda vid lagring salpeterkväve, stundom till rätt avsevärda belopp.

Örtrika tallskogar.

(Detaljundersökningar sid. 466).

Inom södra Sveriges kalkrika områden, framförallt på Gottland, träffa vi en för våra svenska förhållanden egendomlig tallskogstyp. Den har först blivit närmare skildrad av SERNANDER (1894, sid. 90—81), som beskriver densamma i sina studier över den gottländska vegetationens



Ur Skogsförsöksanstaltens saml.

Foto av förf. och T. Lagerberg.

Fig. 16. Markbetäckning i örtrik tallskog, Gottland. Skogsholms kronopark. Juni 1910. *Anemone nemorosa*, *Geranium silvaticum*, *Orobanchus tuberosus*, *Orchis mascula*. Detaljbeskrivning s. 466.

Bodenvegetation. Kräuterreicher Kiefernwald. Detaillierte Beschreibung S. 466.

utvecklingshistoria. Skogstypen blir mest utpräglad på moränmargel, i markbetäckningen träda risen tillbaka, örter och gräs nå en synnerligen frodig utveckling (se fig. 16). Tallarna nå emellertid i regel inga kraftigare dimensioner; träden bli låga, kronorna kvistiga och grovgreniga (se fig. 15).

Humustäcket är mullartat, en jämn övergång finnes mellan det mullrika ytskiktet och den underliggande kalkhaltiga mineraljorden.

Undersökta jordprov ha visat sig ha förmåga att kraftigt nitrificera en ammoniumsulfatlösning (se tab. 3 n:r 14 och 20).

Inga undersökningar ha utförts över växternas salpeterhalt eller jordens kvantitativa salpeterbildningsförmåga.

Mossrika barrskogar.

(Detaljundersökningar sid. 467.)

Huvudparten av vårt lands barrskogar har en enklare och vida torftigare markbetäckning än granlundarna och de ört- och gräsrika tallskogarna. Medan dessa karaktäriseras av den stora roll, som örter och bredbladiga gräs spela i markbetäckningen, utmärkas de mossrika barrskogarna, vårt lands



Ur Skogsförsöksanstaltens saml.

Foto av förf. och T. Lagerberg.

Fig. 17 Markbetäckning i mossrik granskog. Västerbotten, Degerfors revir. Krpk Kulbäcksliden, Juli 1910.

Bodenvegetation. Moosreicher Fichtenwald.

förhärskande barrskogstyp, av lågvuxna ris, såsom blåbär, lingon, kråkris, linnéa, *Lycopodium*-arter, ljung med flera, varjämte marken klädes med en jämn, stundom ganska yppigt utvecklad mossmatta av olika *Hylocomium*-, *Dicranum*- och *Polytrichum*-arter med flera (se även fig. 17 och 18). Det är emellertid icke blott markbetäckningens sammansättning, som skiljer dessa två huvudtyper från varandra, utan olikheten dem emellan ligger än djupare. Medan de ört- och gräsrika typerna ha ett humustäcke av mer eller mindre

utpräglad mullkaraktär, utmärkas de mossrika barrskogarna av ett råhumus-
artat dylikt. Humustäcket har emellertid en rätt olika beskaffenhet. Där det
huvudsakligen bildas av mossor jämte barr och annat avfall från träden,
har humustäcket vanligen en mera lucker struktur. Dess mäktighet
är då ej särdeles stor. Där blåbärsriset och andra ris nått en ganska
frodig utveckling, blir råhumustäcket däremot mäktigt, till sin beskaffen-
het segt och sammanhängande. Detta är mycket ofta fallet i de genom
blädning utglesade norrländska granskogarna. I den mossrika barrskogen



Ur Skogsförsöksanstaltens saml.

Foto av förf.

Fig. 18. Markbetäckning i mossrik tallskog med invandrande gran. Lappland. Lycksele
sn. Krpk Bocken. Juli 1903. *Myrtillus nigra*, *Hylocomium parietinum*.

Bodenvegetation. Moosreicher Kiefernwald.

har man omedelbart under humustäcket ett utpräglat blekjordsskikt, som
med en ganska skarp gräns skiljer sig från den underliggande rostjorden.
I de mest utpräglade granlundarna och örtrika tallskogarna finner man
däremot en mera jämn och så småningom skeende övergång mellan
humusskiktet och mineraljorden.

Trots de stora olikheter, som man sålunda finner mellan dessa två
huvudtyper av barrskogar i vårt land, är det ingalunda ovanligt att finna

övergångsformer, om vilkas ställning man kan hysa olika åsikter. Även i de mera örtrika barrskogarna kan blåbärsriset vara vanligt, ofta finner man den fördelning mellan ris och örter, som jag förut omtalat, men det är icke alltid fallet, utan blandningen kan understundom, ehuru ej så ofta, vara mera jämn. Vart man skall föra dessa övergångsformer, blir många gånger en ren smakfråga (t. ex. beståndet, skildrat å sid. 470—471, fig. 17). Naturen känner inga gränser, där vi många gånger måste draga sådana.

Åtskilliga bestånd av mossrika barrskogar ha undersökts med hänsyn till kvävet's omsättning, framförallt i avseende på salpeterbildningen. För det första ha ett betydande antal jordprov undersökts med hänsyn till förmågan att oxidera ammoniumsulfat i en för nitrifikation lämplig lösning. Jordprov för detta ändamål ha tagits från vitt skilda delar av landet, nämligen Blekinge, Bohuslän, Södermanland, Värmland, Jämtland, Ångermanland, Västerbotten, Norrbotten och Lappland, sålunda från hela vårt skogsområde (se tab. 2 n:r 6, 12, tab. 3 n:r 28, 29, tab. 4 n:r 34). Samtliga undersökningarna ha lämnat samma resultat, jordproven ha ej haft förmåga att nitrificera ammoniumsulfaten. Det negativa resultatet beror emellertid ej på närvaron av denitrifikanter (se tab. 6 n:r 4—7, n:r 13, 15 och 16). Anställda undersökningar ha nämligen visat, att sådana i dylik skogsmark ej spela någon roll, ett förhållande till vilket jag sedermera återkommer. Man kunde möjligen tänka sig, att de sura humusämnen i de mossrika barrskogarna överhuvud skulle verka som ett gift på bakterierna, även sedan de i WINOGRADSKYS lösning neutraliserats. Detta är emellertid icke fallet. Infekteras en kultur med ett jordprov från en mossrik barrskog med några droppar av en nitrificerande kulturvätska, inträder snart en livlig nitrifikation. Av allt att döma saknas sålunda fullständigt nitrifikationsorganismer av den beskaffenhet, som förmå oxidera ammoniumsulfaten i de för nitrifikation vanligen använda lösningarna. Detta är emellertid ej av avgörande betydelse för vår uppfattning angående kväveomsättningen i dessa barrskogsmarker, det är ju ej uteslutet att även andra salpeterbildande organismer än de, som trivas i WINOGRADSKYS lösning, skulle kunna förekomma i marken. De i den mossrika barrskogen förekommande växterna sakna emellertid konstant salpeter i sina vävnader. Detta gäller icke blott risen, såsom blåbärsris, lingonris och dylika, utan också sådana arter som *Trientalis europæa*, *Luzula pilosa*, *Epilobium angustifolium* och *Rubus idæus* m. fl., vilka i flera andra växtsamhällen äro salpeterförande. Vi erinra oss emellertid, att detta ofta även var fallet i de örtrika granskogarna, något avgörande bevis för, att marken ej bildar salpeter, ha vi sålunda ej heller i detta faktum.

Emellertid visa de s. k. lagringsproven, att salpeter ej eller endast i mycket minimala mängder kan bildas i de mossrika barrskogarnas mark. Prov, som upplagts till lagring i Erlenmeyerkolvar under för nitrifikation särskilt gynnsamma betingelser, alstra under månader endast ytterligt små mängder salpetersyra, oftast är kvantiteten så obetydlig, att den helt och hållet ligger inom försöksfelen. Det torde härvidlag förtjäna omnämnas, att den luckring och bearbetning, som proven måste undergå, innan de lagras i kolvarna, i någon mån bör kunna vara ägnad att framkalla en svag nitrifikation, även om en sådan ej äger rum i det mer orörda provet (se tab. 7 n:r 3, 17, 23—25, 27—29, 31, 39—41).

Bristande nitrifikationsförmåga visa ej blott de prov, som härstamma från starkt genomblådade bestånd med mera seg, nästan torvliknande råhumus, utan även proven från de slutna bestånden med mera luckert och löst humustäcke. Emellertid saknas icke nitrifikationsförmågan totalt i dylik skogsmark. Vissa skogsvårdsåtgärder ha nämligen den egenheten att framkalla en livlig, t. o. m. ytterst kraftig nitrifikation. Studiet över dessa frågor för oss emellertid in på en rad alldeles speciella skogsvårdsfrågor, varför jag finner lämpligt att i en särskild avhandling behandla dessa spörsmål. Avhandlingen publiceras i omedelbar anslutning till denna undersökning.

Bland de undersökta bestånden ingå även de av G. SCHOTTE (1912) närmare studerade, ytterst virkesrika barrblandbestånden å Jönåkers häradsallmänning i Södermanland. Som de å sid. 467—469 närmare meddelade beståndsanalyserna ge vid handen, utmärkas dessa bestånd icke av någon mer framträdande eller egendomlig markbetäckning. Begränsar man provytan till att omfatta endast den mera välslutna delen av beståndet, utgöres markbetäckningen endast av enstaka blåbärs- och lingonris, *Goodyera repens*, *Majanthemum*, *Monotropa hypopithys* och några andra vanliga barrskogsväxter. Mossorna äro de vanliga, t. o. m. *sphagna* och *Polytrichum* uppträda i markbetäckningen. Oaktat markbetäckningen sålunda icke anger någon särskilt hög bonitet, hör dock denna provyta till de växtkraftigare och virkesrikaste, som skogsavdelningen någonsin utlagt. I marken saknas salpeterbildande organismer, jordprov bilda ingen salpeter eller endast små mängder; även i den mer öppna delen av beståndet, där *Anemone nemorosa* växer, bildas helt obetydligt med salpeter (se tab. 6 n:o 40). Den totala kubikmassan uppgick vid 140 år till 847 kbm. Barrskogsbestånden kunna sålunda nå den mest storartade utveckling utan salpeterbildning i marken. Till dessa och till andra därmed sammanhängande frågor återkommer jag i ett senare kapitel. Tydligt är emellertid, att barrträden kunna åtnöja sig med andra kväveföreningar än salpeter.

Som jag förut omnämnt, finns det övergångsformer mellan t. ex. granslundar å ena sidan, rena mossrika granskogar å den andra. Det är ännu osäkert, var man skall dra gränsen mellan dessa två beståndstyper. Mina undersökningar äro ännu ej heller tillräckligt omfattande, för att jag skulle från kväveomsättningssynpunkt mera ingående kunna belysa denna fråga. Som förut framhållits, kunna jordprovns förmåga att nitrificera



Ur Skogsförsöksanstaltens saml.

Foto av fört.

Fig. 19. Mossrik granskog med tämligen rikligt med örter. Västerbotten. Degerfors revir. Gransjöberget. Juli 1910. Detaljbeskrivning s. 473.

Moosreicher Fichtenwald mit Kräutern. Detaillierte Beschreibung S. 473.

WINOGRADSKYS lösning lätt ge ett vilseledande resultat. Som hörande till de bestånd, om vilka jag ännu är osäker, kan det anföras, som skildrats å sid. 473 (se även fig. 19). Örtikedomen är tämligen stor, humustäcket dock råhumusartat, jordproven ge med WINOGRADSKYS lösning negativt resultat (se tab. 3 n:r 31). Jordprovns förmåga att vid lagring bilda salpeter ha emellertid ej undersökts. Bestånd av detta slag är jag ock benägen att hänföra till de mossrika barrskogarnas serie.

En annan med denna sak sammanhängande fråga är spørgsmålet om björkens, aspens och andra lövträds inflytande på kväveomsättningen, när de mer eller mindre rikligt förekomma i barrträdsbestånden. Denna fråga har ännu ej behandlats av mig på något mer ingående sätt, men några bestånd ha dock undersökts. Båda höra hemma i Norrland, det ena förekommer i Norrbotten, nämligen vid Brännfors i Piteå socken, det andra i Jämtland, Ansjö kronopark. Båda ha uppkommit efter brand, utgöras av tall och gran i blandning med asp och björk, äro väl slutna och visa en för trakten mycket vacker växtlighet. I Brännfors-beståndet förekomma något örter såsom *Geranium silvaticum*, i Ansjö-beståndet mest ris och mossor. Jordprovens förmåga att vid lagring bilda salpeter har undersökts. Provet från Ansjö-beståndet bildade ingen eller endast spår av salpeter, det från Brännfors-beståndet en mycket ringa kvantitet (tab. 7 n:r 63 och 64). Dessa tvenne försök tala ej för att inblandning av björk och asp framkallar en nitrifikation i de mossrika barrskogarnas mark, men humustäcket får ju alltid en mera gynnsam struktur, och även om salpeterbildning ej förekommer, torde kvävet på annat sätt, t. ex. i form av ammoniak, bliva mera lätt tillgängligt.

Undersökningarna angående de mossrika barrskogarna torde lämpligast kunna sammanfattas på följande sätt. I de mossrika barrskogarna saknas fullständigt sådana salpeterbildande organismer, som kunna överföra ammoniumsulfat till nitrat i en för nitrifikation lämplig lösning. Denitrifikanter saknas i regel. Salpeter saknas konstant hos markbetäckningens växter. Vid lagring bilda jordproven ingen salpeter eller ock endast spår därav. De mossrika barrskogarnas kvävebehov måste tillfredsställas på annat sätt än genom upptagandet av nitrater.

Lavrika barrskogar.

De lavrika barrskogarna utmärkas därav, att lavar, såsom renlav, *Stereocaulon*- och *Cladonia*-arter, utgöra en väsentlig del av markbetäckningen. I nordligaste Sverige, t. ex. i trakten norr om Gellivare och i Härjedalen, förekomma lavrika granskogar, men på det hela taget spela de icke någon större roll i vår skogsvegetation. Av vida större betydelse äro tallhedarna, som i synnerhet förekomma på torr, genomsläpplig mark, och som i övre Norrland ha ganska stor utbredning. Då jag under den allra närmaste tiden kommer att publicera en avhandling om föryngringen på de norrländska tallhedarna, där kväveomsättningsfrågan ingående kommer att diskuteras, vill jag här endast nämna, att någon salpeterbildning ej äger rum i tallhedarnas humustäcke eller underliggande blek- och rostjord.

Växtsamhällen å torvmarker.

(Detaljundersökningar sid. 473.)

Salpeterbildningen är, såsom • förut framhållits (sid. 292), en exklusivt aërobiontisk process, d. v. s. den fordrar god tillgång på luftsyre. Detta ligger ock i hela processens natur, ammoniakken överföres ju genom oxidation till salpetersyra. Karaktäristiskt för torvmarker är åter, att redan ett kort stycke under markytan råder en fullständig syrebrist. Jag kan i detta avseende hänvisa till de ganska talrika analyser, som utförts å försöksanstalten över vattnets syrehalt i olika slags torvmarker (HESSELMAN 1910). Dessa undersökningar gävo till resultat, att vattnet i mossar och försumpade granskogar redan 20 cm under ytan var fullständigt syrefritt, och att i de allra översta lagren endast funnos spår av syre. Stillastående, starkt humushaltigt vatten, sådant som man allmänt anträffar i smärre hålor i försumpad skogsmark, visa en ganska betydande syrebrist. Denna kan stundom gå så långt, att fastän det mörkfärgade vattnet står i direkt beröring med luften, detta endast innehåller spår av syre. Det av vattnet absorberade syret förbrukas tydligen hastigare av humusämnena, än det återigen tages upp ur luften. Befinner sig däremot vattnet i rörelse, är vanligen syrehalten ganska betydande, och vattnet i källor, som bryta fram i kanten av mossar eller annorstädes i mossmarken, är ofta mättat med syre. Vid närmare undersökning visar det sig ock, att det rörliga vattnet har ett betydande inflytande på omsättningen av torvens kväveföreningar.

Vegetationen kring källorna och deras avlopp har vanligen, som bekant torde vara, ett annat skaplynne än mossen i övrigt. Det öppna, rinnande vattnet kantas av *Epilobium*-arter, t. ex. *E. hornemanni* och *alsinæfolium*, *E. palustre*, *Stellaria*-arter, en del gräs etc., varjämte mossvegetationen har en helt avvikande karaktär. Det är tydligt, att det rinnande källvattnet erbjuder växterna helt andra livsbetingelser än marken i den omgivande mossen. Olikheten inskränker sig emellertid ej blott till den större syrehalten, källans vegetation är ofta starkt nitrathaltig. I sådana växter som *Epilobium hornemanni*, *Cardamine amara*, *Stellaria nemorum*, *Carex* sp., *Poa sudetica* kan man ofta påvisa betydande mängder salpeter. Särskilt intressant är i detta hänseende en närmare undersökt plats å Ansjö kronopark i östra Jämtland (sid. 473). Den vegetation, som finnes där, visar en stor likhet med lunddäldernas kring mera rinnande vatten. Där källans vatten rör sig mera långsamt, så att den håller på att växa igen, har jag förgäves sökt någon nitrat hos växterna.

Samma inverkan på kvävet's omsättning, som vattnet har kring källor, kan man spåra i de kärr, där vattnet är mera rörligt. Kärren karaktäri-

seras bl. a. genom sin rikedom på örter och gräs, varigenom de skilja sig från mossarna. Redan detta tyder på, att de näringsämnen, som finnas i torven, äro någorlunda lättillgängliga. Detta gäller även kvävet, man finner nämligen icke sällan en betydande salpeterhalt hos vissa växter, t. ex. *Viola palustris*, *Cirsium palustre*, *Spiræa ulmaria*, *Geum rivale* (se sid. 475—477). Detta gäller dock vanligen kärr med mera rik ört- och gräsvegetation och synnerligen väl multnad torv. I de kärr, där salpeter kunnat iakttagas hos växterna, har antingen vattnet befunnit sig i mera livlig rörelse, eller ock har marken tidvis varit uttorkad, så att luften fått tillträde.

De torvprov, som tagits från dessa kärrmarker, ha stundom, men ej alltid nitrificerat en ammoniumsulfatlösning, däremot ha de vid lagring i Erlenmeyerkolv bildat betydande salpetermängder. Detta har däremot ej varit fallet med de prov, som tagits i källavloppen vid Dånmyren i Ansjö kronopark. Till denna fråga skall jag sedermera återkomma.

I de subalpina trakterna, särskilt de kalkrika, finnes på starkt sluttande mark en kärrtyp, utmärkt av en betydande rikedom på örter (se sid. 478). Bland dessa påträffas flera, som äro utpräglade salpeterälskare, såsom t. ex. *Spiræa ulmaria*, *Geum rivale*, *Alchemilla*-arter, och vilka i många växtsamhällen innehålla mycken salpeter (se fig. 20). I kärren ha de visat sig nitratfria, men sannolikt pågår ändock en nitrifikation, om den än ej är så stark. Jordprov från dylika kärr ha visat sig kunna nitrificera en ammoniumsulfatlösning, för övrigt har jorden ej undersökts.

Torvmarkerna förtjäna emellertid en vida mera ingående undersökning, än vad jag hittills kunnat utföra. Jag torde emellertid vid ett annat tillfälle få återkomma till denna fråga.

Dikning, d. v. s. torrläggning av torvmarken, verkar ofta på alldeles samma sätt, som det rinnande vattnet. Det syrefattiga vattnet undanskaffas, luften får tillträde och en livligare oxidation inträder i torvmassan. Denna leder ofta till en nitrifikation av kvävet. I örtrika, helt nyligen torrlagda kärr finner man en betydande salpeterhalt hos t. ex. *Geum rivale* eller *Viola palustris*, medan salpeter saknas hos samma växter i de ännu odikade delarna. Utmed dikesläntorna infinner sig ofta på mera multnad torf *Epilobium angustifolium*, de unga plantorna äro ständigt starkt nitrathaltiga, dock ej alltid hos mer utvuxna individ. Någon gång (t. ex. i Sösjö kronopark) ser man hallon på liknande platser, salpeterhalten hos växterna har då alltid varit högst betydande.

På uppkastade dikesvallar i torvmarker är *Epilobium angustifolium* en mycket vanlig företeelse; unga plantor äro ständigt nitrathaltiga. Jag har ännu ej undersökt, i vilka olika typer *Epilobium* uppträder, men vill



Ur Skogsförsöksanstaltens saml.

Foto av T. Lagerberg.

Fig. 20. Subalpint björk-vidékärr. Jämtland. Undersåkers sn. Vällistafjället. Juli 1915. Detaljbeskrivning s. 478.

Subalpines Niederungsmoor mit Birken und Weiden. Detaillierte Beschreibung S. 478.

nämna, att den är rätt vanlig utmed dikena i försumpade granskogar, men att man även kan finna den på vitmosstorv, även i detta fall är *Epilobium* starkt nitrathaltig. Men ej blott utmed dikena och i torv-vallarna utan även på de mera plana, jämna, dikade mossarna kan en nitrifikation äga rum. Ett exempel härpå är närmare beskrivet å sid. 479.

Även de dikade torvmarkerna förtjäna tydligen en närmare undersökning med hänsyn till kvävet's omsättning till salpeter. Jag har här anfört endast några spridda observationer, till en mer ingående undersökning torde jag en annan gång få tillfälle att återkomma.

Mina undersökningar angående salpeterbildning i torvmarker torde kunna sammanfattas på följande sätt. Genom att vattnet i torvmarkerna utestänger luftens tillträde, äro förhållandena i torven ogynnsamma för kvävet's nitrifikation. Där vattnet befinner sig i livlig rörelse, så att fritt luftsyre ständigt tillföres, eller där luften fått tillträde genom torvmarkens utdikning, kan emellertid en så livlig salpeterbildning äga rum, att växterna anhopa salpeter i sina vävnader. De växter, som infinna sig på dikeskanter och dikesvallar i torrlagda mossar, äro ofta starkt nitrathaltiga. Jordprov från kärr med rörligt vatten nitrificera ammoniak i en för nitrifikation lämplig lösning. Jordprov från kärr kunna vid lagring bilda betydande salpetermängder.

Växtsamhällen på mark med rörligt vatten i fjällen.

(Detaljundersökningar sid. 483.)

Som jag förut omnämnt, spårar man ända upp i fjällen det rörliga vattnets inverkan på vegetationen, och man kan ovanför trädgränsen träffa associationer av gräs och örter, överensstämmande med dem, som man anträffar i lunddälderna. Som fjällväxterna, i synnerhet i den högsta alpina regionen, leva under helt andra temperaturbetingelser än lågländets växter, har en undersökning av fjällväxternas nitrathalt ett mera allmänt biologiskt intresse. Några iakttagelser, som jag vid ett par olika tillfällen kunnat göra över denna fråga, må i detta sammanhang publiceras. De belysa i sin mån på ett särdeles intressant sätt salpeterproblemet och i synnerhet nitrifikationens beroende av temperaturen.

I den nedre fjällregionen finner man utmed bäckar och rännilar en vegetation, som ganska skarpt sticker av från omgivningen. Fjällhedens eller fjällmossens mera monotona och torftiga växttäckte avbrytes av en mer eller mindre yppigt utvecklad bård av bredbladiga, friskt gröna örter, ofta vackert och rikt blommande. På kanterna av det rinnande vattnet trivas sådana växter som *Viola biflora*, *Saxifraga stellaris*, *Alchemilla*-former etc (se sid. 484). Hos dylika växter är nitrathalten ofta

betydande, i synnerhet visar sig *Saxifraga stellaris* vara en växt, som uppsamlar mycket rikligt med nitrat; ett snitt genom bladrosettens stamdel färgar oftast några droppar difenylamin + konc. svavelsyra djupt mörkblåa. Även marken i de örtrika videsnåren är salpeterbildande (se sid. 483 och tab. 7 n:o 59).

Vid Finse i Hardanger i Norge hade jag under förra sommarens naturforskarmöte tillfälle att under några timmar studera växternas nitrat-halt inom ett utpräglat högfjällsområde. Undersökningarna kunde, som naturligt är, ej bli särdeles omfattande, men då iakttagelserna i hög grad



Fig. 21. Äng i högfjällen. Norge. Hardanger. Finse, Nordnuten c:a 1365 m. ¹⁴/₈ 1915.
Geranium silvaticum, *Cirsium heterophyllum*, *Angelica archangelica*.

Hochalpine Wiese.

äro ägnade att belysa de villkor, under vilka växterna erhålla salpeter, må de här meddelas. Vegetationen kring Finse har helt nyligen ingående skildrats av G. SAMUELSSON (1916), till vilkens arbete intresserade hänvisas. SAMUELSSON urskiljer på fastmark tvenne serier växtsamhällen, hedar och ängar, av vilken senare flera olika typer förekomma. Några av dessa ängstyper utvecklas på mark med rörligt, genomsilande vatten, såsom t. ex. en ängstyp med tämligen högvuxna örter, bland dem den ståtliga *Angelica archangelica* (se fig. 21). Ett växtsamhälle av detta slag anträffades av mig nedanför en brant, som hölls fuktig av fram-

sipprande vatten. Växternas nitrathalt var där betydande. Flera av de mest karaktäristiska arterna gävo en synnerligen kraftig reaktion med difenylamin, t. ex. *Angelica archangelica*, *Geum rivale*, *Melandrium silvestre*, *Alchemilla alpestris*, *Arabis alpina*, *Rhodiola rosea*, *Saxifraga cernua*, *S. nivalis* v. *tenuis*, *Viola biflora*. Ingen reaktion gav däremot *Oxyria digyna*. Nära denna typ komma ett slags ängar med mera lågvuxna arter, karaktäriserade framför allt av *Alchemilla*-former, främst *Alchemilla alpestris* (se fig. 22). Dessa ängar anträffas förnämligast i



Foto av G. Samuelsson.

Fig. 22. Högalpin äng med *Alchemilla alpestris*, Norge. Hardanger. Finsehögen, c:a

1300 m. $\frac{6}{8}$ 1915.

Hochalpine Wiese.

långa, mer eller mindre rännformiga, i marken nedsänkta små fördjupningar, som slingra sig ned för sluttningen, och som i synnerhet under snösmältningen torde tjänstgöra som ett slags dränerings- och avloppskanaler. I dylika ängar visade *Alchemilla alpestris*, *Viola biflora*, *V. palustris* och *Saxifraga cernua* en kraftig eller tydlig nitratreaktion. Dessa mera fläckvis uppträdande ängssambällen äro omgivna av hedar eller mera torra ängar, där att döma av min erfarenhet från låglandet ingen eller endast en svag salpeterbildning äger rum. Tiden tillät tyvärr ej några mer ingående studier häröver.

Nedanföör de smältande, långt fram på sommaren kvarliggande snödrivorna finner man i högfjällen en serie karaktäristiska växtsamhällen, som ha det rinnande kalla vattnet att tacka för sin särprägel. Det utmärkande för dem är, att marken täckes av en tät och tämligen yppigt utvecklad mossmatta, i vilka några för dylika platser karaktäristiska gräs och örter ha sitt rotfäste. Enligt SAMUELSSON, som urskiljer ett par typer, bildas mossmattorna huvudsakligen av *Grimmia*-, *Philonotis*-, och *Pohlia*-arter, även *Amblystegia* förekomma. Mossmattorna äro alldeles

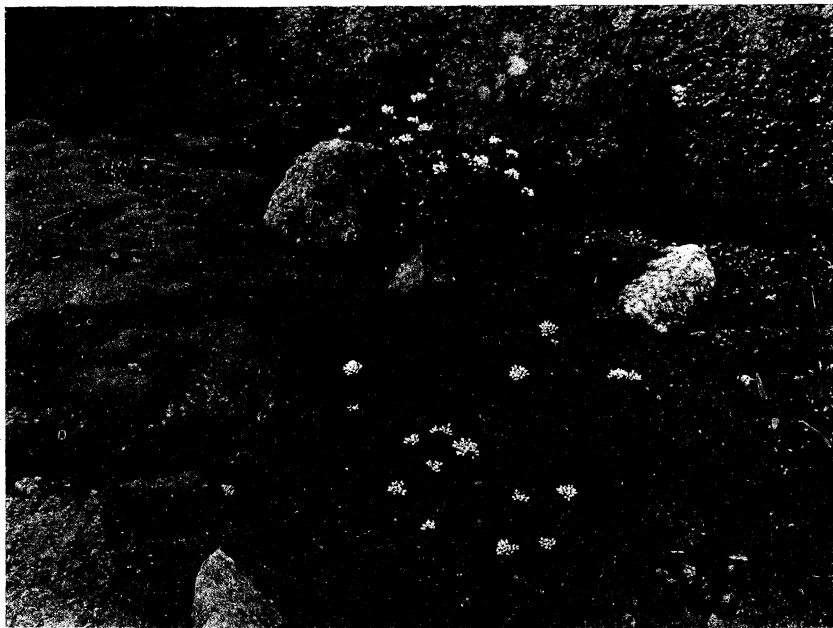


Foto G. Samuelsson.

Fig. 23. Källdrag med mossmatta av *Pohlia albicans* med *Arabis alpina* v. *glabrata*.
Norge. Hardangen. Lilla Finsnut c:a 1,400 m. 18/8 1915.
Quellenabfluss mit *Pohlia albicans* und *Arabis alpina* v. *glabrata*.

genomdränkta av det ofta friskt framspolande käll- eller smältvattnet, hvars temperatur föga torde överskrida 0° (jfr även fig. 23 o. 24). Följande, för dylika platser karaktäristiska växter undersöktes, nämligen *Arabis alpina* v. *glabrata*, *Catabrosa algida*, *Carex rigida*, *Poa alpina*, *Phleum alpinum*, *Cerastium trigynum*, *Saxifraga stellaris*, *S. rivularis* och *Sagina intermedia*. Samtliga dessa arter, med undantag av den sistnämnda, visade sig innehålla mycket salpeter.

Undersökningarna å högfjällen vid Finse ha sålunda tydligt och klart givit vid handen, att även i utpräglad högalpina områden det rinnande, rörliga vattnet medför hos växterna en högst bety-

dande nitrathalt. Detta resultat är i många hänseenden av ett stort intresse, bland annat därför, att de undersökningar, som hittills gjorts över temperaturens inflytande på nitrifikationen, haft till resultat, att minimitemperaturen vore att söka vid $+ 5^{\circ}$ C. Denna temperatur uppnår säkerligen icke smältvattnet nedanför snödrivorna. Jag skall längre fram diskutera, hur man skall förklara dessa växters höga nitrathalt.

Samtliga forskare, som studerat fjällens vegetation, äro ense om att framhålla den stora växling, som vegetationen företer inom mycket små om-



Foto av G. Samuelsson.

Fig. 24. Av snövatten genomsilad mark med *Cerastium trigynum*, *Phleum alpinum*, *Grimmia fascicularis*, *Pohlia albicans*. Norge. Hardanger. Nordre Kongsnut,

c:a 1325 m ö. h. $\frac{9}{8}$ 1915.

Überrieselter Schneeboden.

råden. En av de viktigaste orsakerna till denna växling synes mig ligga i bevattningsförhållandena och framför allt i den inverkan, som det mer eller mindre rörliga vattnet har på omsättningen i humustäcket. En studie, inriktad på dessa förhållanden, skulle säkerligen bidra att klarlägga orsakssammanhanget i associationernas växling.

Som ett exempel på att växter under mycket ogynnsamma temperatur- och även ogynnsamma ljusbetingelser kunna visa en betydande nitrathalt kan nämnas, att de vintergröna växterna å Skogsförsöksanstaltens tomt ännu den 13:de december 1916 gävo en mycket skarp nitrat-

reaktion. Bland dessa märkas såväl ruderatväxter som i mera naturliga formationer förekommande vintergröna former. Bland de förra gävo följande skarp nitratreaktion, nämligen *Capsella bursa pastoris*, *Euphorbia helioscopia*, *Geranium pusillum*, *Lamium album*, *L. purpureum*, *L. purpureum** *incisum*, *Matricaria inodora*, *Senecio vulgaris*, *Stellaria media*, *Thlaspi arvense*, bland de senare *Geranium robertianum*, *Geum rivale*, *Hesperis matronalis*. Även gräsen i de ännu gröna gräsmattorna voro starkt nitrathaltiga, såsom *Dactylis glomerata*, *Poa* sp. etc. Förvintern var mycket blid, endast få frostdagar förekommo, men himlen var så gott som ständigt molntäckt och ljuset även mitt på dagen svagt.

De hittills visserligen rätt fåtaliga observationerna över salpeterbildningen i alpina trakter ha sålunda visat, att utpräglat högalpina arter, vilka leva under särdeles ogynnsamma betingelser, låg temperatur och kort vegetationsperiod, kunna få sitt kvävebehov tillfredsställt genom upptagande av nitrater. Växter, som i högfjällen växa i en mark med starkt rörligt, rinnande vatten, ha rikligt med nitrater upplagrade i sina vävnader, även när vattnet kommer från en smältande snödriva.

Växtsamhällen å klippor.

(Detaljundersökningar sid. 480.)

Nedanför högsta marina gräsen förekomma ett slags för vårt land ganska karaktäristiska ståndorter, nämligen de genom vågornas verksamhet frisköjlade och renspolade urbergshällarna. Genom sina av isen avslipade former och stundom tydligt repade ytor bilda de ett särdeles framträdande drag i landskapet. Sedan de en gång i tiderna dykt upp ur havet, ha de utsatts för solsken och regn, växlande temperatur och för lavars och mossors angrepp. Den vittringsjord, som på detta sätt bildats, är emellertid ytterst obetydlig och har vanligen sköljts ned i rännor och sprickor. Endast där träffar man i regel en mera rikt utvecklad vegetation, medan den mera jämna klippan i huvudsak överdrages av lavar och mossor, i vilka ett fåtal örter och gräs finna sin trevnad. Klippsamhällenas utvecklingshistoria har i vårt land studerats av bl. a. R. SERNANDER (1892) och framför allt ALB. NILSSON (1899), ett ämne, som dock ligger mera på sidan om denna avhandling. Av större betydelse är att omgivningarna kring klippan utöva ett stort inflytande på dess vegetation, en sak som framhölls redan av HAMPUS VON POST (1862), vilken urskilde barrskogs-, lövskogs- och fältklippsamhällen. Av dessa utmärkas barrskogens klippsamhällen av lavtäckte och risvegetation, medan lövskogens äga en ganska rik ört- och gräsflora och en mossflora av delvis annan sammansättning än på barrskogsclip-

porna. Exempel på dessa olika klippsamhällstyper finnes i avhandlingens senare del, sid. 480.

Lövskogsklippornas humustäcke är ofta utpräglat mullartat, ett par dylika samhällen ha undersökts (se sid. 480, 482). Genom lövskogens borthuggande närmar sig det ena av dessa den typ, som utmärker de öppna fältens klippor. Vegetationen är ytterst artrik, utmärkt bl. a. av ett betydande antal vårväxter, som, medan ännu fuktigheten i marken är tillräcklig, blomma, sätta frukt och avsluta sitt vegetativa arbete, varefter de under den egentliga högsommaren försvinna. En del av dem uppenbara sig återigen på sensommaren eller hösten, då fröna gro och nya plantor utvecklas.

I klippsamhällen, omgivna av lövskog, kan nitrathalten hos växterna vara rätt stor. Detta tycks i synnerhet vara fallet, när klippan är mera beskuggad, så att den tunna jordskorpan mindre lätt torkar ut (se sid. 482). På de mer solöppna och torra, men trots detta ört- och gräsrika klippsamhällena är nitrathalten däremot vanligen obetydlig, kraftig reaktion ger dock nästan alltid hallon (*Rubus idæus*), stundom även *Sedum maximum* (se sid. 481).

I skärgårdsklippornas lavtäckta skrevor växa ofta hallon. En undersökning har visat, att hallonplantorna nästan undantagslöst äro starkt nitrathaltiga. Man skulle knappast under ett bottentäcke av renlav (*Cladina silvatica*) med insprängd *Polytrichum juniperinum* vänta sig en salpeterbildande jord (jfr ant. sid. 481, 482), men detta är icke sällan fallet. Uppträda hallon i skrevan, har man alltid anledning att vänta sig nitrifikation, även om bottentäcket består av lavar. T. o. m. när hallon saknas, och ljungen utgör den enda fanerogama växten, kan jorden vara rikligt salpeterbildande (se tab. 7 n:o 20). Jag vill här endast anföra dessa rätt oväntade och egendomliga förhållanden, de förtjäna nog en närmare undersökning. Den lätthet, varmed hallon uppträder i klippskrevor med rätt olikartad vegetation, tyder emellertid på, att dessa platser äro särskilt gynnsamma för salpeterbildningen.

Vända vi oss från urbergsklipporna till hållarna av silurisk kalksten, som på Gottland och Öland klädas av en egendomlig, karaktäristisk vegetation, alvarfloran, tyckas förhållandena där vara särskilt gynnsamma för kvävet's omsättning till salpeter. Utmärkande för dessa hållars vegetation är rikedomen på gräs och örter (jfr fig. 25), av vilka åtskilliga äro utpräglade vårväxter, såsom t. ex. *Saxifraga tridactylites*, *Draba verna*, *Cerastium pumilum* m. fl. Någon direkt undersökning av växternas salpeterhalt har ej ägt rum, ej heller av jordens kvantitativa salpeterbildningsförmåga. Jordprov, insamlade å dylika kalkstenshållar, visa sig emellertid ha förmåga att nitrificera en ammoniumsulfatlösning (se tab. 3 n:o 22—25). Det-

samma är förhållandet med jordprov, som insamlats å hållar av kristallinisk kalksten i Stockholms södra skärgård.

I klippornas växtsamhällen sker sålunda kvävetillförseln ofta i form av salpeter. Vilken betydelse detta faktum kan ha för uppfattningen om salpeterbildningens betingelser skall diskuteras i kap. X, sedan ytterligare en del växtsamhällen blivit närmare undersökta. Men redan nu torde det förtjäna att framhållas, att de uttorkningsperioder, för vilka klipporna lätt bliva utsatta, t. ex. kalkstenshällarna på



Ur Skogsförsöksanstaltens saml.

Foto av förf. och T. Lagerberg.

Fig. 25. Kalkstensskreva med örter. *Fragaria viridis*, *Spiraea filipendula*. Gottland.

Endre sn. Juli 1910. Detaljbeskrivning.

Kalksteinfels mit einer Kluft. Detaillierte Beschreibung.

Gottland, ingalunda omöjliggöra salpeterbildningen. WINOGRADSKY framhåller (LAFAR, III 1904—1906) att nitrifikanterna äro särskilt känsliga för uttorkning. Antingen finnas sålunda å klipporna gent emot torka särskilt motståndskraftiga former, eller ock försiggår en nyinfektion efter en torrperiod med stor lätthet.

Observationerna över klippsamhällena visa följande: I lövskogarnas klippsamhällen omsättes kvävet till salpeter i sådan mängd, att växterna anhopa nitrater i sina vävnader, i synnerhet när växtplatsen är mera beskuggad. Jordprov från klippsamhällena nitrificera ammoniak i en för nitrifikation lämplig lösning och bilda vid lagring betydande salpetermängder. Även i sådana klippskrevor, där vittringsjorden täckes av ett renlavstäck, kan nitrifikation äga rum. Detta är förklaringen till, att en så utpräglad nitratofil växt som *Rubus idæus* kan uppträda på dylika platser. Den är i klippskrevorna nästan undantagslöst starkt nitrathaltig.

Koloniartade växtsamhällen å blottad mineraljord.

(Detaljundersökningar sid. 485.)

Den vegetation, som infinner sig på blottad mineraljord, går kanske bäst att studera å nyanlagda banvallar eller i nyupptagna grustag. Jag har ej haft tillfälle att i detalj studera växtvärldens utveckling å dylika platser, ej heller att närmare utreda, under vilka förhållanden den ena eller den andra arten infinner sig, men några enligt min uppfattning viktiga drag vill jag framhålla.



Ur Skogsförsöksanstaltens saml.

Foto av förf.

Fig. 26. Utsikt över en nyupptagen grusgröp med nitratoofil vegetation. Uppland. Sollentuna sn. Rotebro. 23 sept. 1916. Detaljbeskrivning s. 485.

Kiesgrube mit nitratoiphiler Vegetation. Detaillierte Beschreibung S. 485.

Karaktäristiskt för kolonisationen å blottad mineraljord är att den börjar med ett antal ganska stora örter. I grustagen närmast Stockholm är *Senecio viscosus* en karaktärsväxt, som uppträder i stora massor, liksom också å de nyanlagda gatorna i de ännu obebyggda delarna av staden. Även *Chenopodium album*, *Echium vulgare* och *Farsetia incana* anträffas rikligt å dylik mark. Å den stora nyanlagda järnvägsbanken invid Södertälje kanal, strax i närheten av gården Viksängen, uppträder bl. a. *Chenopodium album* på, som det synes, alldeles rent grus.

I rullstensåsarnas grustag är *Epilobium angustifolium* karaktärsväxten. Vackrast ser man kanske detta i de stora grustagen utmed järnvägen Stockholm—Uppsala, framförallt i närheten av Rotebro och Turebergs



Ur Skogsförsöksanstaltens saml.

Fig. 27. Nitratofil vegetation i kanten av en grusgrop. Uppland. Sollentuna sn. Rotebro. Sept. 1916. Foto av förf. *Epilobium angustifolium*, *Rubus idæus*, *Galeopsis bifida*, *Agrostis*, *Salix caprea*. Detaljbeskrivning s. 485.

Nitratophile Vegetation am Rande einer Kiesgrube. Detaillierte Beschreibung S. 485.

stationer. Där kan man ock på ett särdeles instruktivt sätt studera de fysiologiska villkoren för denna vegetations uppträdande. Å sid. 485 finner man närmare detaljanalyser angående vegetationen i en tre år gammal grusgrop nära Rotebro (se fig. 26).

Rullstensåsen är, som det framgår av anteckningarna, bevuxen med en vanlig barrblandskog av tall och gran av i mellersta Sverige ordinär typ. I markbetäckningen ingå ris och de vanliga skogsmossorna. Som förut visats, försiggår ingen salpeterbildning i en mark med dylik vegetation. I rasen i grustagets släntor växa däremot massor av *Epilobium angustifolium*, *Rubus idæus*, *Galeopsis bifida* m. fl. (se fig. 27).

En undersökning av dessa och andra i grustaget uppträdande växter, *Senecio viscosus*, *S. silvaticus*, *Sambucus racemosa*, *Chenopodium album* m. fl. (se närmare sid. 486), visar en högst betydande nitrathalt hos så gott som samtliga arter. Den växtvärld, som koloniserar grustagen, består av en starkt salpeterälskande, nitratoofil flora. Man skulle möjligen tro, att nitrifikationen skulle betingas av kalkhalten hos de i denna rullstensås inkilade lerlagren. Det är möjligt, att så är förhållandet, men kalken är ingalunda någon nödvändig förutsättning. I huvudsak samma flora, utmärkt av en betydande nitrathalt, koloniserar grustagen, även där marken är mycket kalkfattig (t. ex. grustag i rullstensåsar, bevuxna med tallhedar, inom Älvsby socken i Norrbotten).

En flora av samma typ, karaktäriserad av framförallt *Rubus idæus* och *Epilobium angustifolium* och liknande växter, utmärker släntorna av nyanlagda vägar, nyanlagda banvallar etc. Utmed den nya järnvägen Hoting—Jämtlands-Sikås finner man å släntorna och å dikeskanterna utmed järnvägen frodiga bestånd av hallon och *Epilobium angustifolium*, nitrathalten hos yngre individ har alltid visat sig högst betydande.

Som exempel på vegetationen utmed kanterna av en nyanlagd väg kan hänvisas till den å sid. 487 beskrivna platsen invid Jörns station. Vägen är mycket bred, 12 m., endast en obetydlig del, c:a 3 m., användes för trafik. Å den övriga delen förekommer en spridd och gles vegetation av frodiga, starkt växtliga tallplantor, åtskilliga gräs ss. *Aira flexuosa*, *Phleum pratense*, *Poa pratensis*, en del örter såsom *Epilobium angustifolium* och *Rumex acetosella*. De två senare arterna ha vid undersökning visat en betydande nitrathalt. Vägen går genom en mycket mager, gles tallhed med nästan oväxtliga plantor i luckorna. Skillnaden mellan dessa plantor och de unga tallarna utmed vägkanten är i hög grad påfallande.

Förklaringen till den stora olikhet i vegetation, som finnes mellan växtligheten i grustaget och skogen på rullstensåsen, mellan skogen och den nybrutna vägen, mellan skogen och järnvägsbanken ligger i kvävet om-sättning. Som jag nyligen visat, bildas icke salpeter i råhumustäcket i

våra skogar, det må nu ha en mera lucker gynnsam struktur eller vara mera segt, torvartat. När denna humus blandas in med mineraljorden, såsom i grustagens släntor, i kanterna av vägar etc., inträffar i detta hänseende en radikal omvälvning. Kvävet omsättes till salpeter, och denna kommer, som undersökningarna å växterna noggsamt ge vid handen, i stor omfattning växtvärlden till godo (se även tab. 7 n:r 26, 36, 37). Det kolonistsamhälle, som först bildas, utgöres därför av en utpräglad salpeterflora. Vad som härvidlag är av ett visst intresse är, att det tycks vara någorlunda likgiltigt, varifrån det inblandade humustäcket härstammar. Effekten blir ungefär den samma, vare sig humusen härstammar från en granskog, en tallhed eller en torvmark.

Emellertid är det icke alltid så lätt att säga, varifrån kvävet i marken härstammar. Ibland finner man en liknande vegetation å grusmark, utan att man kan spåra någon humusinblandning. Salpeterbakterierna kunna visserligen reda sig utan organiska föreningar, de få, som förut omtalats, energi för kolsyrans assimilation genom oxidation av ammoniak eller nitrat. Men varifrån kommer ammoniaken? Det sannolikaste härvidlag är väl, att den kommer från luften (se sid. 314). När växtvärlden nått en viss utveckling, så att marken erhållit ett litet skikt av mossor eller alger, kan man emellertid väl förstå hela förloppet. Mossorna och algerna alstra vid assimilationsprocessen kolhydrater, som vid dessa växters död kunna komma markbakterierna till godo, av vilka vissa arter assimilera luftens fria kväve, i det att de använda kolhydraterna som näringskälla. Det invunna kvävet kan sedan så småningom överföras i salpeter. Det skulle säkert vara en ganska intressant uppgift att med hänsyn till kvävehushållningen ingående studera vegetationsutvecklingen å ren mineraljord.

Undersökningarna över den koloniartade vegetationen å blottad mineraljord kunna lämpligen sammanfattas på följande sätt. Den koloniartade vegetationen å blottad mineraljord består av utpräglad nitratofila arter, som anhopa salpeter i sina vävnader. Många gånger härstammar den nitrificerade ammoniaken från icke nitrificerande råhumus eller torv, som kommit att inblandas med gruset. Å mera ren mineraljord bör man tänka på kväve-samlade organismer, som leva på kolhydrater, bildade av mossor och alger. Den första oxiderbara ammoniaken härstammar väl dock på dylika platser från luften.

Havsstrandsvegetation.

(Detaljundersökningar se sid. 488).

Havsstränderna undergå ofta en naturlig gödsling genom att vågorna kasta upp tång och andra, i vattnet levande växter, som där så små-

ningom multna, spridande den från havsstränderna välbekanta tånglukten. På tångvallarna finns ofta en mycket karaktäristisk vegetation, bestående av ofta tjockbladiga örter (t. ex. *Atriplex*-arter) i frodigt utvecklade exemplar. Här återfinnas en hel del växter, som uppträda som ogräs i åkrar och trädgårdar, medan andra mera uteslutande äro bundna vid havsstränderna. Vid tångens förmultning synes salpetersyra vara en tämligen regelbundet förekommande oxidationsprodukt. Yngre plantor av många för havsstränderna karaktäristiska arter såsom *Atriplex patula*, *A. hastata*, *Sonchus arvensis*, *v. maritima*, *Halianthus peploides*, *Stellaria media* ha visat sig innehålla betydande mängder salpeter, medan äldre individ varit nitrutfria (jmf 488). I skärgårdens mera skyddade vikar uppträda på de smala och ofta rätt tunna tångbäddarna växter, som ej äro särskilt karaktäristiska för havsstränderna, utan även kunna förekomma i ängar eller lundar. De äro på dylika tångbäddar ofta starkt nitrathaltiga, vilket de mera sällan äro, när de uppträda på sina mera normala växtplatser t. ex. *Ranunculus auricomus*, *R. acris* (se sid. 489).

Flera typiska havsstrandsväxter t. ex. *Glaux maritima*, *Erythræa littoralis* och *Valerianella olitoria* synas dock i regel vara nitrutfria, även när de växa invid ruttnande tång.

Många av våra mest karaktäristiska ogräs härstamma sannolikt från havsstränderna t. ex. *Cirsium arvense*, *Sonchus arvensis*, *Matricaria inodora*, *Galeopsis tetrahit* m. fl. GUNNAR ANDERSSON (1896, sid. 95—96) har framhållit några drag i deras byggnad, som varit dessa och andra ogräsväxter till fördel, då de från havsstranden vandrat in till åkrarna. Denna invandring har säkerligen i ej ringa grad gynnats även därav, att de på åkrarna kunnat tillfredsställa sitt kvävebehov på samma sätt som på havsstränderna, nämligen genom salpeter. Dessa undersökningar visa sålunda, att vid tångens förmultning å havsstränderna salpetern är en allmänt förekommande produkt, som de där förekommande växterna kunna anhopa i sina vävnader.

Växtsamhällen å kulturjord.

(Detaljundersökningar s. 489.)

Såsom titeln anger, ligger studiet av rena kultursamhällen t. ex. åkrar, trädgårdsland och dylika växtplatser utanför ramen för denna avhandling. Jag har dock vid olika tillfällen gjort iakttagelser såväl över bakteriefloran i åker- och trädgårdsjord som över de odlade växternas och ogräsväxternas salpeterhalt. Även jordens kvantitativa salpeterbildande förmåga har i ett par fall undersökts. Då den odlade jordens nitrifikation är vida bättre studerad än de naturliga jordmånernas, har på detta sätt vunnits några jämförelsepunkter med ett förutkänt och nogastuderat material.

Salpeterhalten hos växter på odlad, med stallgödsel gödslad mark kan visa stora variationer. Yngre plantor äro vanligen starkt nitrathaltiga, äldre däremot ofta nitratfria, åtminstone ge de ingen reaktion med difenylamin och konc. svavelsyra. Som ett exempel kan anföras ogräsvegetationen på den å sid. 490 närmare skildrade åkern. Åkern hade föregående år gödslats med vanlig ladugårdsgödsel, året därpå besåts med vårråg, som gått mycket glest upp, ogräsvegetationen var artrik och ganska frodig. Nitrathalten var hos växterna obetydlig, flertalet ogräsarter voro nitratfria, bland dem t. o. m. så utpräglade nitratväxter som svinmålla (*Chenopodium album*) och våtarv (*Stellaria media*), salpeter kunde endast påvisas hos *Achillea millefolium* och *Spergula arvensis*. Jordens salpeterbildningsförmåga är dock ganska betydlig, (se vidare tab. 7 n:r 21.)

Som ett annat exempel kan anföras växternas nitrathalt å ett mindre trädgårdsland (se närmare sid. 489). Ogräsplantorna voro där helt unga, nitrathalten hos så gott som samtliga arter högst betydande. Jordens salpeterhalt var ock betydligt större än å åkern, (se tab. 7 n:r 22).

Dessa undersökningar ha intresse närmast för bedömandet av förhållandena i naturliga jordmåner. Det är härvidlag av vikt att framhålla att även på kultiverad jord, där salpeterbildning hör till regeln och vanligen är livligare än i naturlig jordmån, salpeter kan saknas även hos utpräglade nitratväxter, i synnerhet när dessa nått ett mera fullständigt utvecklingsstadium.

De i det föregående i korthet skildrade växtsamhällena torde omfatta flertalet av de för vårt lands vegetation mera betydelsefulla. I den del av föreliggande avhandling, som benämnes detaljundersökningar (se sid. 423), återfinner man en tämligen lång serie detaljanalyser, berörande såväl de undersökta växtsamhällenas artsammansättning som i de flesta fall arternas halt av salpeter, jordens förmåga att nitrificera en ammoniumsulfatlösning, salpeterbildningen vid lagring i Erlenmeyerkolv etc. Åtskilliga andra än de där nämnda bestånden ha emellertid undersökts, särskilt talrika äro mina observationer över nitrifikanternas eller de salpeterbildande bakteriernas utbredning och förekomst i olika växtsamhällen. Dessa undersökningar ha dock huvudsakligen bestått i att pröva jordprovets förmåga att i en ammoniumsulfatlösning bilda nitrat. De kunna sålunda icke göra samma anspråk på grundlighet och tillförlitlighet, som de mer omfattande undersökningarna. Då de emellertid äro ägnade att ge en viss inblick i växtsamhällets biologi, och då den använda metoden allmänt brukas vid jordbakteriologiska undersökningar, har jag i tab. 2—5 sammanställt några mera bely-

sande och intressanta observationsserier. De bestyrka de resultat, som erhållits vid de mera omfattande undersökningarna, och bidra i sin mån att giva dessa en mera omfattande räckvidd. Jag vill emellertid nu, sedan det viktigaste av observationsmaterialet framlagts, från mer allmänna och omfattande synpunkter diskutera de erhållna resultaten.

KAP. VII. Växtsamhällets fysionomiska karaktär och salpeterbildningen i marken.

Det har utan tvivel visat sig vara ett riktigt grepp, att vid studiet av nitrifikationen i naturlig jordmån ta växtsamhället som det av naturen givna undersökningsobjektet och att tills vidare bortse från markens geologiska eller kemiska beskaffenhet. Varje växtsamhälle har såsom sådant lämnat ett enhetligt resultat antingen man undersökt detsamma i Skåne, Uppland eller i Norrland. Lunddälderna ha överallt visat sig vara utpräglad nitratofila växtsamhällen, hos en stor del av arterna förefinnes en betydande nitrathalt. Man återfinner i huvudsak samma förhållanden, antingen man undersöker en lunddäld på sluttningen av Hallandsås eller i Hälsinglands starkt kuperade terräng, eller om man träffar densamma eller med lunddälden analoga växtformationer kring fjällsluttningarnas mera djupt nerskurna bäckar. Den örtrika alskogen förhåller sig på samma sätt, stor nitratrikeedom hos de flesta arterna såväl i Skåne som i Södermanland, Uppland och Ångermanland. Ett annat lika enhetligt, men motsatt resultat lämnar den mossrika barrskogen: ingen salpeter hos växterna, inga nitrifikationsorganismer i marken och en försvinnande liten, nästan inom försöksfelen liggande salpetermängd hos jordprov, som lagrats under för nitrifikation gynnsamma förhållanden. Och dock härstamma de undersökta jordproven från vitt skilda delar av landet, från Södermanland, Jämtland och Ångermanland. Tar man även hänsyn till de mossrika barrskogsbestånd, varifrån man endast undersökt jordprovens förmåga att nitrificera en ammoniumsulfatlösning, föreligger ett mycket omfattande undersökningsmaterial. Blekinge, Halland, Värmland, Södermanland, Jämtland, Ångermanland, Västerbotten, Norrbotten och Lappland bliva då representerade, men resultatet är lika enhetligt, ingen nitrifikation framkallas av jordprov från de mossrika barrskogarna i för salpeterbildning lämpliga lösningar. Och härvidlag visar sig den mineralogiska eller rättare sagt geologiska beskaffenheten hos själva marken vara av underordnad betydelse. De undersökta bestånden ha stått på rullstensåsar, sandiga eller moriska moräner t. o. m. på moränmargel, men vegetationens huvuddrag ha överallt visat sig vara desamma, och kvävet i marken har i intet fall överförs till salpeter.

Även de andra undersökta växtsamhällena förhålla sig i huvudsak likformigt i olika delar av landet: de slutna ädla lövträdsbestånden i Skåne visa en påfallande överensstämmelse med ekbestånden i Stockholmstrakten, lövängarna i mellersta Sverige med björkängarna i den norra delen av vårt land. Kärrsamhällena i södra Sverige likna även i avseende på kvävet omsättning de analoga växtsamhällena i Norrland. Det rinnande, friska vattnet framkallar överallt växtformationer, som visa icke blott stora likheter med hänsyn till sammansättningen och huvud dragen i arternas byggnad, utan också i sättet att täcka kvävebehovet. Växter, som i södra och mellersta Sverige ha sina förnämsta växtplatser i mullrika skogar och lundar, t. ex. *Geum rivale*, *Stellaria nemorum*, finna i norra Sverige sina lämpligaste växtplatser på mark med genomrinnande friskt vatten, medan dessa växter i de härskande barrskogarna äro fullständigt uteslutna ur växttäcket. Men såväl i den mullrika jorden som utmed det porlande vattnet kan växten tillfredsställa sitt kvävebehov på samma sätt, nämligen i form av salpeter.

Mellan de växtsamhällena, där kvävet kommer växterna till godo i form av salpeter, och sådana, där de få åtnöja sig med andra kväveföreningar, råder en stor och påfallande skillnad. I de förra förhärskas örter och bredbladiga gräs; i de senare ris, och bland gräsen är den smalbladiga, magra krustäteln (*Aira flexuosa*) den förnämsta och viktigaste representanten. Skillnaden mellan de olika typerna är emellertid icke blott en rent fysionomisk, den utgör i många fall ett uttryck för de olika arternas näringsfysiologi. På den mark, där salpeter bildas, förhärskas rent autotropha växter, d. v. s. sådana, som direkt ta upp oorganisk näring ur marken och förarbeta densamma; på den andra marktypen förekomma däremot mycotropha växter, d. v. s. sådana, vars rötter äro omspunna av eller på annat sätt förenade med svamphyfer, d. v. s. äga mykorhizor, genom vilka en del av näringsupptagningen försiggår. Denna olikhet gäller dock mera själva markbetäckningsväxterna än träden, vilka även på nitrifierande mark kunna vara mycotropha.

Man torde därför icke taga mycket fel, om man anser, att det sätt, varpå kvävet omsättes i marken, är en växtekologisk faktor av mycket stor, i många fall rent av avgörande betydelse för växtsamhällets sammansättning och fysionomiska struktur.

Kvävets omsättning regleras emellertid av de markbildande processerna, nämligen klimatet, markens topografi och dess geologiska beskaffenhet. Under förhållanden, som gynna salpeterbildningen, komma de nitratofila eller salpeterälskande växtsamhällena till utbildning, under för salpeterbildningen ogynnsamma betingelser bliva de växtsamhällena dominerande, som kunna leva utan nitrater. Ett studium av de markbildande faktorerna med särskild

hänsyn till deras inverkan på humuskvävets omsättning ger därför i många fall klaven till en mera fördjupad uppfattning angående de faktorer, som bestämma växtsamhällellas fördelning och utvecklingshistoria. Dock måste man härvidlag aldrig lämna ur sikte, att växtsamhället såsom sådant utgör en viktig markbildande faktor. Innan jag ingår på en närmare diskussion av dessa frågor, synes det mig emellertid vara lämpligt att först något närmare och i ett översiktligt sammanhang redogöra för några viktigare och intressantare drag i salpeterbildningens biologi.

KAP. VIII. **Jämförelse mellan bakteriefloran i marker med och utan salpeterbildning.**

I inledningskapitlet redogjordes tämligen utförligt för de processer, som sönderdela de kvävehaltiga avfallsresterna i marken. Som där nämndes, kan nitrifikationsprocessen börja först med ammoniak, de mera komplicerade, organiska kväveföreningarna angripas ej av de salpeterbildande bakterierna. Ammoniakbildningen är sålunda en nödvändig förutsättning för att nitrifikation skall äga rum; den lämnar utgångsmaterialet. Den hastighet, varmed ammoniak bildas i marken, har sålunda inflytande på nitrifikationsprocessen och kan på olika sätt studeras. En inom jordbakteriologien vanlig metod är att infektera en peptonlösning med en jorduppslamning. Peptonlösningen börjar att ruttna, efter förloppet av ett visst antal dagar, vanligen fyra, bestämmes den ammoniakmängd, som avdestillerar vid peptonlösningens kokning med magnesia. Ju större mängd ammoniak som erhålles, desto hastigare kan man anse, att de mera komplicerade kvävehaltiga ämnena sönderdelas i den mark, varifrån jordprovet härstammar. Metoden, som använts rätt flitigt vid försöksanstalten, är för vissa ändamål ganska användbar. Man kan på detta sätt uppvisa skillnader mellan humusformer, som man svårigen på annat sätt kunnat påvisa. Ett rätt stort observationsmaterial har samlats, det viktigaste av detta kommer i ett annat sammanhang att bearbetas och publiceras. Här vill jag endast närmare belysa de skillnader i avseende på ammoniakbildningen, som bruka finnas mellan de jordarter, där en mer eller mindre livlig nitrifikation äger rum, och sådana där ingen salpeterbildning förekommer. De mest belysande observationerna äro sammanställda i tab. 1, där de salpeterbildande jordarna äro märkta med S, de andra med A. Den stora skillnad, som finnes mellan de olika jordarna, faller genast i ögonen, de salpeterbildande visa i regel en starkare ammoniakavspaltningensförmåga i en peptonlösning än de icke salpeterbildande. Denna olikhet är utan tvivel av allra största intresse och i hög grad ägnad att belysa de biologiska egenskaperna hos de olika jordarna. De rent mull-

aktiga, salpeterbildande skogsjordarna komma i avseende på ammoniak-avspaltningsförmågan ganska nära vanliga åkerjordar. De erhållna värdena stämma ganska nära överens med dem, som t. ex. meddelats av BARTHEL (1909, s. 235) angående svenska åkerjordar. Vad särskilt mina egna försök beträffar, ha flera mullprov från örtrika granskogar givit värden, som komma mycket nära eller t. o. m. överträffa dem, som erhållits vid försök med väl gödslad potatisjord (se tab. 1). Så långt man kan döma av dessa försök, bör sålunda i mulljordarna den för nitrifikationen nödiga ammoniaken ganska snabbt avskiljas ur markens mera komplicerade kväveföreningar. Skillnaden mellan utpräglade mulljordar och vanlig ordinär råhumus är högst betydande. En annan sak av intresse för tjänar framhållas: man finner även hos icke nitrificerande jordar en tydlig olikhet mellan de mera rent råhumusartade och de med hänsyn till sin struktur mera mulliknande humusproven. De förra avspalta ammoniak i vida mindre mängd än de senare (jmf. proven från barrskogarna vid Selsjön, tab. 1).

Det torde emellertid kunna diskuteras, om den använda metoden är fullt lämplig för skogsjordar. I många fall har den lämnat mycket belysande resultat, särskilt ha de olika ljunghedstyperna i sydvästra Sverige kunnat karaktäriseras på detta sätt, varvid en vacker överensstämmelse vunnits mellan ljunghedens godhetsgrad och ljunghumusens ammoniak-avspaltningsförmåga.¹ ALBERT (1912) har på samma sätt undersökt dels ljunghedar, dels vanliga skogsmarker. Marker av högre bonitet ha därvid visat större ammoniakavspaltningsförmåga än sådana av lägre. Emellertid har jag med denna metod flera gånger ej kunnat påvisa skillnader mellan råhumusformer i skogar av ganska olika beskaffenhet. Förklaringen till detta sistnämnda resultat torde möjligen vara att söka i råhumusjordens speciella mikroorganismflora. I mulljordarna spela bakterierna en viktigare roll än svamparna, i starkt utpräglad råhumus är förhållandet väl snarast det motsatta. I dessa jordslag förorsakas sannolikt ammoniakavspaltningen ur mer komplicerade organiska kväveföreningar huvudsakligen eller åtminstone till mycket väsentlig del av mögelsvampar, framför allt mucorinéer. Särskilt belysande äro i detta hänseende HAGEMES undersökningar (1908, 1910), som visat, att såväl den ordinära tallskogens som den vanliga granskogens humustäcke karaktäriseras av särskilda mucorinésamhällen, vilkas arter under avspjälkning eller bildning av ammoniak assimilera organiska kväveföreningar av mycket sammansatt natur. Även pepton utgör för dem en utmärkt kvävekälla. Dessa mucorinéer leva i naturen i ett surt medium, peptonlösningen är

¹ En berättelse över dessa undersökningar kommer att inflyta i anstaltens redogörelser för dess ljunghedsundersökningar.

emellertid, sådan den användes för bakteriologiska undersökningar, från början neutral eller svagt alkalisk. Möjligt är därför att deras sönder-spjälkande verksamhet skulle visa sig kraftigare i en från början sur lösning.¹

I vad mån en annan undersökningsmetod är mera ägnad att uppdaga skillnader mellan olika råhumusformer, må här överlämnas åt framtida undersökningar. Så mycket är emellertid säkert, att det finnes mycket stora olikheter med hänsyn till de organiska kväveföreningarnas nedbrytning mellan utpräglade mulljordar och rena råhumusjordar, och att de förra visa en livligare verksamhet än de senare.

I mulljordarna och även i andra gynnsamma humusformer blir, som framgått av denna undersökning, ammoniak oxiderad till salpetersyrighet och denna i sin tur till salpetersyra. Många forskare, som studerat salpeterbildningen i naturlig jordmån, ha nöjt sig med att undersöka jordprovens förmåga att nitrificera en ammoniumsulfatlösning av lämplig sammansättning, bland dessa märkas MIGULA (1900) och ALBERT (1912). Dessa båda, i synnerhet ALBERT, vilja tillskriva nitrifikationen en mera underordnad roll i skogsmarken. Stöder man sig emellertid enbart på dylika försök, kommer man lätt till en oriktig uppfattning. Jag vill belysa detta med några exempel.

Som förut nämnts hör alskogen till våra mest utpräglade nitratofila växtsamhällen, örterna och gräsen innehålla vanligen så mycket salpeter, att de med difenylamin och konc. svavelsyra ge en mycket kraftig reaktion. Jordprov från alskogar nitrificera dock endast ytterst långsamt en ammoniumsulfatlösning. Prov från gråalsbeståndet invid Selsjön (se närmare sid. 458), bilda visserligen nitrit, dock endast långsamt, men nitriten överföres icke till nitrat, även om man infekterar lämpliga nitritlösningar med den först erhållna kulturen. Växterna i denna allund äro dock mycket rika på salpeter, och vid jordens lagring i Erlenmeyerkolv bildas betydande mängder nitrat. Vid ett försök ökades halten salpeterkväve från 4,5 mg till 30 mg per kg jord, medan en väl gödslad potatisjord under samma tid och vid samma betingelser höjde halten nitratkväve från 1,5 mg till 38 mg per kg jord. Jordprov från denna åker nitrificerade dock mycket snabbt ammoniak i den använda lösningen. Liknande resultat ger den närmare undersökta allunden vid St. Brevik, Ornö (se sid. 456). Jordproven nitrificera endast ytterst långsamt en ammoniumsulfatlösning, ännu efter fyra månader hade icke nitriten överförts till nitrat, men väl efter sex. Växterna i denna allund äro dock

¹ HAGEM (1910, sid. 82) har dock funnit, att flera för granskogsmarken karaktäristiska mucorinéer, t. ex. *Mucor silvaticus*, *M. strictus*, tillväxa snabbt och bilda ammoniak i en vanlig peptonlösning.

rika på salpeter (se sid. 456) och jorden kraftigt salpeter bildande (se tab. 7 n:r 13). Det skulle vara lätt att ur försöksprotokollen anföra ytterligare exempel på denna sak, men det anförda må vara nog. Ibland kan det ock hända, att jordproven ej alls nitrificera en ammoniumsulfatlösning, ehuru jordens salpeterbildning är så livlig, att växterna innehålla salpeter (se t. ex. sid. 487).

Litar man därför enbart på den allmänt brukliga metoden att undersöka jordprovs förmåga att nitrificera WINOGRADSKYS eller BUHLERT-FICKENDEYS lösningar (se sid. 319), så erhåller man lätt en alldeles skev föreställning om salpeterbildningen i naturlig jordmån. ALBERT (1912), som uteslutande använt denna metod, underskattar också nitrifikationens roll i skogsmarken, där han anser den vara utan någon egentlig betydelse. Metoden har dock sina förtjänster, den belyser de biologiska olikheterna mellan olika jordar, utpräglade mulljordar kunna ganska snabbt nitrificera WINOGRADSKYS lösning, medan detta aldrig äger rum med verklig råhumus. För att illustrera nitrifikationens gång har jag i tab. 2—5 sammanställt några mer intressanta och belysande försöksserier. Den stora skillnaden mellan utpräglade mulljordar och råhumusjordar framträder i dessa tabeller med all önskvärd tydlighet.

Orsaken till att försöken i WINOGRADSKYS eller BUHLERT-FICKENDEYS lösningar (se sid. 319) kunna lämna så missvisande resultat beror möjligen på deras neutrala reaktion. Även de nitrificerande skogsjordarna (t. ex. askogsjorden, bokmullen, kärrjorden) ha sur reaktion, och i överensstämmelse härmed borde man ändra kulturvätskans reaktion för att komma de naturliga förhållandena så nära som möjligt.

Förut har omtalats (se sid. 313) att det finnes vissa mikroorganismer, som ha förmågan att ur salpetern upptaga syret, varvid kvävet bortgår i gasform,¹ andra kunna reducera salpetern till ammoniak,² och slutligen kunna vissa mikroorganismer liksom högre gröna växter assimilera salpeter. Dylika mikroorganismer uppträda som konkurrenter till de högre gröna växterna om den genom nitrifikationsorganismerna bildade salpetern. De bakterier, som reducera salpeter till kväve, denitrifikanterna, förorsaka direkta kväveförluster i marken och utöva sålunda en skadlig verkan, de andra binda kvävet organiskt, varför det åter kan bli tillgängligt för gröna växter. Denitrifikanternas närvaro kan påvisas genom att infektera en lämplig salpeterlösning med en jorduppslamning (se sid. 321). Finnas denitrifikanter, försvinner salpetern under gasutveckling. Metoden, som förut i korthet beskrivits, har använts av mig ganska myc-

¹ Vissa bakterier förmå blott reducera nitrat till nitrit, andra blott nitrit till fritt kväve. Andra bakterier åter reducera först nitrat till nitrit och därefter detta till fritt kväve.

ket. Resultaten äro rätt belysande för de olikheter i mikroorganismfloran, som utmärka jordar med och utan nitrifikation. Medan salpetern i GILTAYS lösning (se sid. 321) försvinner inom loppet av några dagar, då den infekteras med en mulljord, kvarstår reaktionen i flera veckor, när lösningen infekteras med jord från en typisk mossrik barrskog eller tallhed. Denitrifikanter saknas sålunda i regel i de naturliga jordmåner (t. ex. råhumus), som ej bilda salpeter, medan de allmänt förekomma i de salpeterbildande (mulljordar, nitrificerande kärr- och torvjord). Denitrifikanternas utbredning bestyrker sålunda indirekt resultaten angående salpeterbildningen i olika jordmåner. Några mer belysande försöksprotokoll äro sammanförda i tabellen n:r 6.

Som nämnts, kvarstår salpeterreaktionen länge i GILTAYS lösning, när den infekteras med jord från en mossrik barrskog (råhumus). Här synas sålunda sådana mikroorganismer alldeles saknas, som assimilera nitrat. Detta förhållande står i god samklang med HAGEM'S (1910, sid. 28 och sid. 129) undersökningar; denne fann nämligen, att de mucorinéer, som utmärka tall- och granskogsmarken, sakna förmåga att reducera och assimilera nitrat, medan denna egenskap tillkommer andra mucorinéarter, som vanligen saknas i barrskogsmark.

De vanligen brukliga jordbakteriologiska metoderna uppvisa sålunda betydande olikheter mellan nitrificerande mulljordar och vanlig råhumus. De förra skilja sig från de senare genom

1) kraftigare avspaltning av ammoniak ur pepton i neutral lösning,¹

2) nitrifikation, om ock svag och ofta ofullständig, av WINOGRADSKY'S och BUHLERT-FICKENDEY'S lösningar,

3) förekomst av denitrifikanter, som under gasutveckling förstöra salpetern i Giltays lösning.

Det är tydligt, att dessa olikheter ha sin orsak i ätt mikroorganismfloran är av mycket olika beskaffenhet i salpeterbildande och icke salpeterbildande jordar. En mera ingående analys av dessa olikheter är emellertid ett krävande arbete, som fordrar utbildandet av nya och speciellt för skogsmarken lämpliga metoder. En av de närmast till hands liggande uppgifterna synes mig vara att utreda vilka mikroorganismer det är, som åstadkomma salpeterbildning i skogsjordar och andra jordar av sur reaktion. Det visar sig ju vara en mycket stor olikhet mellan åkerjordars och skogsjordars förmåga att nitrificera de för detta ändamål vanligen använda lösningarna, utan att man kan finna motsvarande skill-

¹ Några jordprov ha visat stor ammoniakavspaltningförmåga, ehuru de sannolikt ej nitrifiera (t. ex. n:o 18 i tabell 1), de förtjäna emellertid en förnyad undersökning.

nader i jordprovens förmåga att vid lagring bilda salpeter. Denna bristande överensstämmelse synes mig lämpligast böra förklaras så, att de i skogsmarken levande nitrifikanterna äro artskilda från de i den normala åkerjorden förekommande, och att de ha andra biologiska fordringar än dessa, och att de sålunda för sitt studium fordra på annat sätt sammansatta kulturvätskor.

En annan, nära till hands liggande och från såväl teoretisk som praktisk synpunkt synnerligen viktig uppgift vore att utreda den assimilation av luftens fria kväve, som kan utövas av de i de olika jordmånstyperna levande mikroorganismerna. Detta är emellertid en uppgift, som från experimentell synpunkt synes mig ligga tämligen väl till hands, och som utan oöverbärliga svårigheter skulle kunna lösas. Det är därför både möjligt och önskligt, att denna fråga tages upp av försöksanstalten.

KAP. IX. Salpeterbildningens ekologiska betydelse. Nitrato-fila växtformer.

I ett föregående kapitel (kap. VII) har jag endast i de stora dragen sökt skissera nitrifikationens ekologiska roll, en mera ingående diskussion torde vara ägnad att ytterligare klarlägga dess betydelse.

Det är egentligen två oorganiska kväveföreningar, som spela någon viktigare roll för växterna, nämligen ammoniak och salpetersyra. Salpetersyrlighet, som uppträder som en intermediär produkt vid ammoniakens nitrifikation, har länge ansetts som ett gift för växterna; emellertid har man under senare tid dock lyckats draga upp växter med nitrit som enda kvävekälla i steriliserad lösning (JOST 1913, sid. 175). Någon roll torde dock ej nitriten spela i naturen, då den väl överallt snart oxideras till nitrat. Den ytterst långsamma oxidation av nitrit till nitrat, som iakttages i en ammoniumsulfatlösning, ympad med nitrificerande skogsjord, beror säkerligen enbart på själva försöksanordningen; jordanalyserna visa ju tydligen, att även i dessa jordar en livlig salpeterbildning äger rum.

När LIEBIG genom sina banbrytande undersökningar fastställde, att växterna upptaga oorganiska salter, så tilldelades ammoniak den främsta platsen bland de assimilerbara kväveföreningarna. Genom BOUSSINGAULTS undersökningar och noggranna kulturförsök skedde härutinnan ett omslag; salpetern kom att intaga ammoniakens plats, och snart utvecklade sig åsikterna bland växtfysiologer och agrikultürkemister därhän, att blott salpeter ansågs kunna upptagas av de högre gröna växterna. Den effekt, som man ofta kunde iakttaga vid användandet av ammoniaksalter, tillskrevs förnämligast eller uteslutande deras omvandling till salpeter i åker-

jorden. Ammoniakens oxidation var som förut nämnts känd långt innan nitrifikationsbakterierna upptäcktes. När man lärde känna dessa organismer, befastes ytterligare den åsikten, att salpetern vore den enda assimilerbara kväveföreningen. Emellertid föreligga alltså försök, som företagits under sådana omständigheter, att ammoniak ej oxiderats, och som visa, att detta ämne kan upptagas och assimileras av gröna växter. Bland dessa undersökningar kan nämnas en studie av HUTCHINSON och MILLER (1909), som arbetat med såväl steriliserat frö som sterila lösningar, varigenom de på ett betryggande sätt undvikit ammoniakens oxidation.

En viktig och i vissa fall principiell skillnad förefinnes dock mellan ammoniak och salpeter. Hos ett ammoniaksalt, t. ex. ammoniumsulfat, är det kationen, d. v. s. den positivt laddade ionen (H_4N), som innehåller det viktiga kvävet, i ett nitrat återigen är det anionen (NO_3). I de båda salterna är kvävet sålunda bundet vid olika joner, och detta har en egendomlig och märklig fysiologisk effekt. Ammoniumsalterna höra till vad åkerbrukskemisterna kalla de fysiologiskt sura, nitraterna återigen till de fysiologiskt basiska näringssalterna. Dessa benämningar grunda sig på den iakttagelsen, att de förra så småningom förorsaka en sur reaktion i jorden eller näringslösningen, de senare åter en basisk. Åkerbrukskemisterna sökte förr förklara denna företeelse på så sätt, att växterna i större omfattning upptoge den kvävehaltiga än den kvävefria jonen, sålunda av ett ammoniaksulfat H_4N i större omfattning än SO_4 , av natriumnitrat NO_3 i större mängd än Na . De i näringslösningen eller i marken i överskott kvarlämnade jonerna skulle därefter bestämma jordens resp. näringslösningens reaktion. Denna förklaring strider emellertid mot vår nuvarande uppfattning angående salters förhållande i lösning. De olika ionerna, kationen och anionen, äro laddade med elektricitet, positiv, respektive negativ, och ett åtskiljande av desamma stöter därför på ett betydande motstånd av elektrostatisk natur, vars övervinnande svårligen på detta sätt skulle kunna förklaras. Även om den anförda teorien sannolikt är oriktig, är själva iakttagelsen riktig och av ett betydande växtfysiologiskt intresse. De reaktioner, som inträda i näringslösningen, kunna nämligen påverka växterna i ogynnsam riktning, så att en i och för sig själv värdefull kväveförening blir mindre lämplig eller kommer att verka rent av skadligt. Det skulle sålunda närmast bero på denna reaktion, om växten föredrager salpeter eller ammoniak. De växter, som undvika eller utveckla sig underhålligt på en mark eller i ett medium med sur reaktion, tillgodogöra sig helst salpeter. De åter, som vanligen växa på sur jord, skulle föredraga ammoniak. Då växterna endast inom vissa gränser fördraga reaktionsändringar i marken,

bliva de i viss mån i sitt uppträdande bundna av om kvävet erbjudes såsom salpeter eller ammoniak. Som de flesta mera hastigt växande växter föredraga en svagt alkalisk eller neutral jordmån och undvika en sur, kommer flertalet dylika växter att vara mer eller mindre utpräglade salpeterväxter, motsatsen återigen skulle gälla de växter, som föredraga sur jord, de skulle vara ammoniakväxter. Såsom en närmare undersökt speciell ammoniakväxt kan bland andra nämnas *Juncus effusus*, som i Japan är föremål för en ordnad kultur och därför blivit mera noggrannt studerad. För denna växt är enligt japanska undersökningar ammoniaken en lämpligare kväveförening än salpeter. De båda olika rissorterna, sumpriset och bergriset, båda varieteter av *Oryza sativa* L, skilja sig i avseende på sin förmåga att tillgodogöra sig salpeter. Båda föredraga ammoniaksalter, men bergriset är bättre skickat att upptaga salpeterkväve än sumpriset (se vidare VATER 1909).

Spörsmålet om salpeter eller ammoniak kommer emellertid i ett något annat läge, i och med att det visat sig, att salpeter, i motsats till vad man förut ansett, även kan bildas i en jord, som tydligt reagerar surt. Den alkaliska reaktion, som skulle uppstå vid växternas nitrutförbrukning, motverkas av de i marken förekommande fria syrorna, vilka säkerligen alltjämt nybildas, under det att humusämnenas sönderdelas. Växterna kunna därför i en sådan jord i stor omfattning upptaga salpeter, utan att jordens reaktion förändras. Det är detta, som ingalunda sällan förekommer i naturlig jordmån. I det föregående har ofta omtalats, att jorden kan reagera surt, men ändock bilda salpeter; i ett efterföljande kapitel, som mera översiktligt redogör för de nitrificerande jordarnas egenskaper, finnes en närmare redogörelse härför. Ser man sålunda på förhållandena, sådana de föreligga i naturen, kan det icke enbart bli fråga om jordens reaktion vid avgörandet huruvida ammoniak eller salpeter är den lämpligaste kväveföreningen, saken måste än ytterligare diskuteras. De observationer angående växternas nitrathalt, som meddelats i det föregående, synas mig härvidlag utgöra en lämplig utgångspunkt.

Till en början torde det vara lämpligt att erinra därom, att den omständigheten att salpeter ej kan påvisas hos en växt, ingalunda kan framdragas såsom något bevis för, att den ej tar upp nitrater. De upptagna nitraterna kunna mycket väl hinna assimileras i samma mån som de upptagas ur marken, i så fall kunna de naturligtvis icke påvisas hos växten. Det kan vidare i växten finnas ämnen, som hindra reaktionen mellan salpeter och difenylamin; bland dessa intaga, som förut nämnts, ligninet ett framstående rum. Slutligen, och detta är mycket vanligt, kan växten befinna sig i ett sådant utvecklingsstadium, att den ej längre

upphoppar salpeter i sina vävnader. Äldre, mer utvuxna individ innehålla ofta ingen salpeter, medan yngre individ av samma art och på samma plats kunna vara rika på nitrat. De negativa utslagen måste därför alltid behandlas med stor försiktighet, de positiva däremot torde man utan tvekan kunna taga upp till diskussion. De positiva utslagen äro emellertid talrika nog, för att bilda en utgångspunkt för en diskussion angående salpeters roll för den spontana vegetationen.

Till en början torde det då förtjäna påpekas, att så långt som man kan döma av reaktionen med difenylamin och konc. svavelsyra, nitrat-anhopningen hos växter i naturliga växtsamhällen ofta kan vara fullt så kraftig, som hos nitratväxter på kulturjord. Den skarpa blå färgning, som man erhåller vid undersökning av snitt, av t. ex. *Urtica dioica*, *Anthriscus silvestris*, *Geum rivale* och *G. urbanum*, *Rubus idæus*, m. fl. växter, när de t. ex. insamlats i en allund, skiljer sig i avseende på intensiteten ingalunda från den färg, som erhålles, när man på samma sätt undersöker exemplar av *Chenopodium album*, *Urtica urens*, *Stellaria media* och andra sedan gammalt välkända nitratväxter, när man hämtat exemplaren för undersökning från t. ex. en välgödslad potatisåker.

Dessa i naturliga växtsamhällen förekommande utpräglade nitratväxter synas ha en utomordentlig förmåga att tillgodogöra sig de allra minsta mängder salpetersyra. Bland de ganska talrika växtsamhällen, där jag undersökt växternas nitrathalt, hör asklunden på Skabbholmen (se närmare sid. 433) till de allra nitratrikaste. De allra flesta örterna och gräsen gåvo en mycket kraftig salpeterreaktion. Jordprov togos samtidigt med att växterna undersöktes på nitrat och underkastades så omedelbart som möjligt analys¹; de visade sig därvid ej innehålla mera än 1,4 mg salpeterkväve pr kg jord, sålunda en mycket ringa kvantitet. Skulle man på grund av jordens salpeterhalt vid detta tillfälle ha fällt ett omdöme om nitrifikationens roll för växtsamhället i fråga, hade man säkerligen varit benägen anse, att den vore av underordnad betydelse. Analysen av växterna ger dock ett helt annat resultat: de bevisa otvivelaktigt, att man har att göra med ett utpräglat salpeterälskande växtsamhälle. Förklaringen är tydligen den, att salpeteren upptages allt efter som den bildas. Den ifrågavarande jorden alstrade också under tre månaders lagring 120 mg salpeterkväve pr kg jord, sålunda en rätt så betydande kvantitet. Då man i synnerhet förr nöjde sig med dylika tillfälliga bestämningar av salpeterhalten i jorden, kom man lätt till den uppfattningen, att salpeterbildning i naturlig jordmån vore av en alldeles underordnad

¹ Prov insamlades ²⁸/₆, togos under behandling för analys ²⁵/₆ 1916.

betydelse. Det är också dylika analyser, som äro orsaken till att man även i växtfysiologiska handböcker ej sällan finner den åskådningen förfäktad, att i naturlig jordmån växterna huvudsakligen skulle upptaga ammoniak (se t. ex. JOST, 1913, sid. 178). Den ringa halt av salpeterkväve, som ofta anträffas i naturliga jordmåner förorsakas väl därför närmast av den stora hastighet, varmed detta ämne upptages av växterna och behöver ingalunda vara en följd av någon undertryckt nitrifikation. I åkerjorden däremot, som gödslas med starkt kvävehaltiga gödselämnen eller t. o. m. nitrater, finnes ofta ett överskott gent emot växternas tillfälliga behov, ur åkerjorden uttvättas ock därför med den genomrinnande nederbörden ej obetydliga mängder nitrat.

Vissa växtsamhällen utmärka sig för en tämligen konstant hög nitrat-halt hos växterna. Hit höra framför allt de mera slutna lundarna eller bestånden av ädla lövträd, framför allt sådana som växa på en mullrik och fuktig jordmån. Orsaken till växternas nitrathalt är här tvåfaldig. I skuggan under träden sker assimilationen av salpeterkvävet ej så hastigt, tack vare den dämpade belysningen, det kan därför anhopas i växten. I de starkt sönderdelade organiska resterna kan nitrifikationen försiggå snabbt, varvid även den jämförelsevis höga fuktigheten i marken spelar en roll. Man har nämligen funnit, att en viss, ej alltför hög fuktighet i hög grad gynnar nitrifikationen. Såsom optimihalt anges vanligen 50 % av jordens vattenkapacitet, torkar jorden, avtager nitrifikationen betydligt i hastighet.

Våra vanligaste lundväxter äro därför ofta utpräglade nitratväxter, t. ex. *Pulmonaria officinalis*, *Adoxa moschatellina*, *Stachys silvatica*, *Geum rivale* och *G. urbanum*, *Anthriscus silvestris*, *Arenaria trinervia*, *Stellaria holostea* och *nemorum*, *Mercurialis perennis*, *Corydalis intermedia* och cava *Urtica dioica*, *Melandrium silvestre*, *Lysimachia nemorum*, *Viola riviniana* och *V. silvestris*. Unga och livskraftiga exemplar ge vanligen stark nitratreaktion. Ur de å sid. 427—433 meddelade detaljundersökningarna är det lätt att finna ytterligare exempel. Dessa växter torde överhuvud taget endast undantagsvis förekomma på en mark, som ej bildar nitrat. Andra lundväxter äro så gott som alltid nitratfria t. ex. *Anemone nemorosa*, *A. ranunculoides*, *A. hepatica*. Endast å ovanligt starkt nitrificerande jord har jag funnit de först- och sistnämnda arterna nitrathaltiga. De torde dock vara nitratofila, ehuru ej i så utpräglad grad. *Anemone nemorosa* förekommer dock ofta på marker, som ej bildar nitrater.

Angående allundarna och de där förekommande arternas höga nitrat-halt har jag förut talat. Från allundarna och lunddälderna härstamma några allmänt förekommande och utbredda växter, som kunna uppträda

på nästan all slags mark, blott där bildas nitrat. Hit höra i främsta rummet vårt vanliga hallon, *Rubus idæus*, samt ålmjölken eller krogen, *Epilobium angustifolium*. Unga individ av dessa växter har jag utan undantag funnit vara nitrathaltiga, äldre individ av hallon äro mestadels nitrathaltiga, äldre individ av *Epilobium* förete i detta avseende en större växling. Då den i vävnaderna anträffade salpetern måste härstamma från marken, antyda dessa växters uppträdande, att en nitrifikation försiggår på den plats, där de växa. För att de skola kunna infinna sig på platsen, fordras att kvävet där nitrifieras. De kunna tjänstgöra som ett slags nitratofila ledväxter, som visa, hur kväveomsättningen försiggår i marken. Man skulle kunna kalla dem nitratofila vagabonder, de uppträda nästan var som helst och på all slags mark, blott där bildas nitrat. Möjligen kunna de kvarbliva på platsen, även sedan nitrifikationen upphört, men uppträda då, så vitt jag kunnat finna, i mindre kraftiga eller förkrympta exemplar. Andra nitratofila ledväxter, d. v. s. växter, som för sitt uppträdande äro beroende av nitrat i marken, men för övrigt ej ha några särskilda fordringar på densamma äro *Rumex acetosella* i den mera ljusgröna, frodiga formen, *Galeopsis bifida*, *Arenaria trinervia*, *Senecio silvaticus* och *S. viscosus*. Dessa växter ge genom sitt uppträdande en ledning för skogsmannen vid bedömandet av hur kvävet omsättes på hyggen och andra föryngringsplatser. Till en närmare diskussion av dessa frågor återkommer jag i nästföljande avhandling, som behandlar föryngringsåtgärdernas inverkan på markens kväveomsättning.

De nyssnämnda lunddälderna, naturliga och ursprungliga ståndorter för *Rubus idæus* och *Epilobium angustifolium*, leda mig över till en annan fråga, som förtjänar en närmare diskussion, nämligen det rinnande vattnets inverkan på växternas nitrathalt. Som förut omtalats flerstädes i den speciella delen, t. ex. i kapitlet om lunddälderna, utmärkes den vegetation, som kläder kanten av det rinnande vattnet eller som växer i en mark, som genomspolas av starkt rörligt vatten, av en mycket hög nitrathalt. Samma företeelse återkommer överallt, antingen man undersöker vegetationen kring en bäck i mellersta Skåne eller den av porlande, kallt smältvatten genomdränkta marken i ett högalpint område (högfjällen kring Finse i Hardanger). Fenomenet är fullt konstant och många, kanske de flesta för dylika platser utmärkande växter äro utpräglade nitratplantor t. ex. *Cardamine amara*, *Chrysosplenium alternifolium* och *oppositifolium*, *Stellaria nemorum*, *Epilobium*-arter t. ex. *hornemani*, *Veronica beccabunga*, *Nasturtium officinale*, *Sium angustifolium* samt bland fjällväxterna *Catabrosa algida*, *Saxifraga stellaris*, *Arabis alpina* β *glabrata*, *Cerastium trigynum* m. fl.

Saken har ett betydande växtfysiologiskt intresse och förtjänar därför en närmare diskussion. Jag har i en föregående avhandling framhållit (HESSELMAN 1910) den stora skillnad, som finnes i avseende på syrehalten mellan stillastående och rörligt vatten. Medan det förra vanligen genom upplösta humusämnen snart förlorar sin halt av luftsyre eller blir mycket syrefattigt, upptager det senare oupphörligt nytt syre ur luften, så att det konstant håller sig vid en hög syrehalt. Då nitrifikationsprocessen är en utpräglad oxidationsprocess, bör detta förhållande gynna salpeterbildningen i en mark med rörligt vatten. Tvenne franska bakteriologer, BOULLANGER och MASSOL (LAFAR. Handbuch III, sid. 144), ha konstruerat särskilda nitrifikationsapparater, grundade på principen att låta den nitrificerbara vätskan spola fram och tillbaka över slaggstycken, infekterade med nitrifikationsbakterier. Härigenom ha de erhållit en betydligt kraftigare effekt, än när kulturvätskan stått stilla, och orsaken härtill är utan tvivel att söka i den bättre genomluftningen. På alldes samma sätt bör det rinnande vattnet i naturen kunna påverka salpeterbildningen. Några laboratorieexperiment, som jag gjort med jordprov från bäckar, källdrag eller liknande platser med rörligt vatten, förtjäna i detta sammanhang ett kortare omnämnande.

I den närmare undersökta lunddälden kring Skärabäcken vid Skärälid i Skåne hade vegetationen på mark, där vattnet porlade fram nära ytan, en mera kärrliknande natur med starkt utvecklad örtvegetation (se sid. 445). Växterna på dessa platser visade stor nitrathalt (se närmare sid. 446). Jordproven nitrificera, om än långsamt, en ammoniumsulfatlösning, varför man har all anledning att anse, att nitrifikationsorganismer finnas i marken. Vid lagring i Erlenmeyerkolv bildas emellertid ytterst små mängder salpetersyra, efter 24 veckor uppgick halten salpeterkväve endast till 0,4 mg per kg jord (tab. 7 nr 34). Samma prov lades emellertid i en annan kolv, som försågs med en väl slutande kork med tvenne hål, genom vilka fördes tvenne glaströr, av vilka det ena gick nästan ned till kärlets botten, det andra mynnade tätt under korken. Glasrören förseddes med väl slutande bomullsproppar och medels en kautschukslang sattes apparaten i förbindelse med en vattensug. Under en månads tid leddes en livlig, oavbruten luftström genom kärlet. Den inkommande luften bubblade upp från kärlets botten och satte vattnet med den uppslammade jorden i livlig rörelse. Denna luftning visade sig ha det kraftigaste inflytande på nitrifikationen. Efter en månad uppgick halten salpeterkväve till ej mindre än 280 mg per kg jord mot 0,4 mg under 24 veckors lagring, när provet ej genomluftades. Här bekräftas alltså experimentellt det gjorda antagandet angående luftningens inverkan.

Emellertid ha andra försök ej lämnat samma lysande resultat. Jordprov från den närmare undersökta bäcken å Ansjö kronopark (se sid. 453) samt från smältvattenslokaler i fjällen (Finse, Hardanger, se närmare sid. 363—367) ha vid lagring med eller utan genomluftning bildat endast ytterst små mängder nitrat (se tab. 7 n:r 49—52). Frågan är, hur man då skall förklara växternas höga nitrathalt på dylika platser. Såväl den omnämnda bäcken å Ansjö kronopark som framför allt smältvattenslokalerna kring Finse i den övre fjällregionen utmärkas av en särdeles låg temperatur. I högfjällen torde temperaturen föga överstiga 0° . Möjligt vore ju, att vi på dylika platser ha att göra med särskilda köldälskande (kryofila) nitrifikationsorganismer, som arbeta mindre effektivt vid vanlig rumstemperatur, vid vilka mina försök blivit utförda. Om detta är förhållandet, kan naturligtvis endast avgöras genom vid låg temperatur utförda försök.¹

En annan förklaringsgrund vore att söka i en enormt stor förmåga hos växterna att upptaga nitrat ur en lösning. Av bäckvattnet i Ansjö kronopark togs hösten 1916 ett prov för närmare undersökning, nämligen en liter, till vilken genast sattes kloroform för att hindra såväl en eventuell förstöring av möjligen befintlig salpeter som en nybildning av densamma. Analysen, som utfördes några dagar efter det provet tagits, visade, att bäckvattnet innehöll endast $0,02$ mg salpeter kväve pr liter, sålunda en ren obetydlighet. Denna salpeter kan ju tänkas hava uppkommit genom nitrifikation i de humuslager, som omgiva själva bäcken och ständigt omspolas av dess friska, syrehaltiga vatten. Skola då växterna tänkas kunna tillgodogöra sig så små kvantiteter? Det är ingalunda omöjligt, man känner analoga fall på annat håll inom växtriket. Havsalgerna kunna innehålla rätt betydande mängder jod. Enligt en fransk forskare, GAUTIER (CZAPEK. Bd II, sid. 821), uppgår jodhalten hos *Fucus* och *Laminaria*, tvenne allmänna brunalgsläkten, av vilka det senare användes för jodframställning, till ej mindre än 12 mg per 100 gr friskvikt, medan havsvattnet innehåller så ofantligt små mängder jod, att dess påvisande är en så kinkig analytisk uppgift, att man, när joden först upptäcktes i början av förra århundradet, trodde, att jod endast fanns hos havsalgerna och ej hos havsvattnet. Havsalgerna kunna sålunda anropa joden till ofantligt högre koncentrationer i sina vävnader än vad som motsvarar förhållandet i havsvattnet. Liknande företeelser äro hos de högre gröna växterna kända med hänsyn till deras förmåga att upptaga viktiga näringssalter i sina vävnader, t. ex. kaliföreningar, fosfater och nitrater, varvid dock dessa växter ha en stor hjälp för denna ansamling i transpirationen, vilken saknas hos havsalgerna. Hos de hög-

¹ Jorden i källans avlopp i Ansjö kronopark bildade mycket salpeterkväve, sedan torvmossen dikats och jorden kommit i mera direkt beröring med luften (se tab. 7, n:o 53, 54).

alpina växterna kan heller knappast transpirationen spela någon större roll för nitratanhopningen; exemplar, som nyss befriats från det överliggande snötäcket, ge kraftig nitratreaktion. Man måste därför antaga, att dessa trots undertryckt transpiration kunna anhopa nitrater. Vattnets rörelse skulle då för dessa växter kunna tänkas ha den betydelsen, att rötterna oupphörligt omspolas av en frisk lösning av en bestämd nitratkonzentration, medan om vattnet vore stillastående, men alltså hade en liknande låg nitrathalt, nitratkonzentrationen i rötternas närmaste omgivning hastigt skulle sjunka och endast kunna utjämnas genom diffusion, en process, vilken alltid går ganska långsamt. Vattenrörelsen skulle på detta sätt underlätta nitratanhopningen.

Under antagandet att växterna skulle kunna täcka sitt nitratabehov ur så ytterst utspädda lösningar, som här är fallet, skulle man även kunna tänka sig, att salpetern hos de högalpina, i smältvattnet växande arterna direkt härstammar ur snöns nitrathalt; nederbörden torde alltid innehålla några minimala mängder salpeter.¹

Medan de mera slutna ädla lövträdsbestånden utmärka sig för en rätt betydande nitrathalt hos markbetäckningens örter och gräs, är nitrathalten låg eller ingen hos växterna i de mera öppna lövängspartierna. I de växtsamhällen, som här sammanfattats under den gemensamma benämningen lövängar (sid. 335), ha endast undantagsvis och endast hos vissa arter, t. ex. *Rubus idæus*, kunnat påvisas salpeter. Endast med en viss försiktighet torde man emellertid böra behandla detta resultat. Växterna arbeta här under större ljustillgång, varför nitrataassimilationen försiggår hastigare, villkoren för en nitratanhopning äro därför ej så gynnsamma som i de mera slutna lunderna med sin svagare belysning. Vi ha dock funnit, att även på åkrar, som blivit väl gödslade, nitrathalten hos utpräglade salpeterväxter kan vara låg eller ingen. De negativa resultaten kunna sålunda icke dragas fram som några bevis för, att växterna i dessa samhällen ej använda niträt. Det är emellertid åtskilligt, som talar för att salpeterbildningen här ej försiggår så livligt, som i de förut omnämnda växtsamhällena. Se vi på de analyser, som meddelas i tab. 7, finna vi, att jordproven från lövängar vid lagring i allmänhet ej uppnått så höga niträtvärden som motsvarande prov från allundar, lunddälder, slutna bestånd av ädla lövträd etc. I detta hänseende är försökserien från Skabbholmen särdeles belysande. Proven från asklund, där växterna i regel hade en mycket hög nitrathalt (se närmare sid. 433), bildade under tretton veckors lagring ofantligt mycket mera salpeter än proven från hassellunden, där samtliga växter med undantag

¹ Däremot torde man få förutsätta en nitrifikation i marken för att förklara nitrathalten hos växterna i *Achemilla*-ängen och i andra mera slutna ängssamhällen (se sid. 363—364).

av *Urtica dioica* voro nitratfria (se närmare sid. 436). På den fläck, där jordprovet från hassellunden insamlades, funnos ock ganska många arter, som även anträffas på mark med råhumus, t. ex. *Majanthemum bifolium*, *Trientalis europæa*, *Aira flexuosa*. Själva markbetäckningens sammansättning står sålunda i god samklang med den lägre nitrifikationsförmågan hos jorden. Samma förhållande återkommer vid en jämförelse mellan de å Ornö undersökta lövängarna; jordproven från lövängspartiet med ljung visar en betydligt lägre nitrifikationsförmåga än motsvarande prov från de andra lövängarna (tab. 7, nr 14—16.) Humustäcket i de öppnare lövängspartierna har ej heller någon strängt utpräglad mullkaraktär. Omedelbart under de vissnande bladen och grässtråna, förnan, finns en mera torvliknande humus, som först djupare ned i marken får utpräglad mullkaraktär. Lägga vi nu härtill, att marken i den mera öppna lövängen kan åtminstone tidvis torka ut ganska starkt, så ha vi all anledning att antaga, att salpeterbildningen i dessa marker är mindre livlig än där växterna i stor utsträckning upphopa nitrat i sina vävnader.

Den örtrika granskogen eller granlunden förhåller sig analogt med lövängen. Humustäcket är i regel nitrificerbart, nitrifikationsorganismer anträffas i de mera utpräglade typerna. Mera sällan och undantagsvis kan man emellertid påvisa salpeter hos växterna, t. o. m. sådana arter, som vanligen äro nitrathaltiga, äro i den örtrika granskogen ofta nitratfria, t. ex. *Rubus idæus*, *Viola riviniana* m. fl. Jordproven från mera utpräglade granlundar bilda dock vid lagring alltid nitrat, stundom i betydande, vanligen dock i mera inskränkt mängd. Då man i granlunden ej har anledning att i en större ljustillgång se orsaken till växternas låga nitrathalt, torde det vara riktigast att söka den i mindre livlig nitrifikation. I granlunden förekommer ju, om ock spritt och mera fläckvis, blåbärsriset, som är en av råhumustäckets mest karaktäristiska växter; markbetäckningens sammansättning ger sålunda, liksom i vissa partier i lövängen, en antydning om nedsatt nitrifikation i marken. En orsak härtill torde man möjligen ha att söka i det inflytande, som de i granbarren alstrade terpentinantade ämnena ha på de salpeterbildande bakterierna. En tysk bakteriolog, KOCH (1914), har nämligen nyligen visat, att dessa ämnen verka som ett gift på nitrifikationsbakterierna. Nitrifikationen blir därför gärna mer eller mindre nedsatt i granskogen, där marken i större eller mindre grad översållas med multnande granbarr, som genom sina terpentinantade ämnen ofördelaktigt påverka bakteriefloran.

De örtrika granskogarna övergå genom allehanda varianter i den vanliga typiska mossrika granskogen, där väl en del örter och gräs kunna förekomma i markbetäckningen, men där dock blåbärsriset jämte andra ris är karaktärsväxten, såvida skogen ej är för tätt sluten. Markbildningen är här den-

samma som i den mossrika tallskogen, den mossrika barrblandskogen, tallheden m. fl. skogstyper. Det mest karaktäristiska för denna markbildningstyp är att humustäcket bildar ett skikt på marken, som omedelbart under detta täcke är mer eller mindre starkt urlakat på lösliga mineralämnena. I den mossrika granskogen, liksom i övriga skogstyper med denna markbildningstyp, bildas icke salpeter; de kväveföreningar, som här stå växterna till buds, utgöras av ammoniaksalter eller ock mera komplicerade organiska kväveföreningar, såsom aminosyror. Medan vi i föregående skogstyper hade att göra med humusformer, som utan vidare behandling eller förvandling bilda salpeter, ha vi här humusformer, som endast efter en omvandling kunna nitrificeras; i det skick, vari de förekomma i skogen, nitrificeras de ej eller ock i knappast nämnvärd mängd. De analyser, som gjorts med lagringsprov, är i detta hänseende belysande nog; humusprov från dessa typer bilda efter flera månaders lagring endast mycket små mängder nitrat, de bildade kvantiteterna ligga ofta inom felgränsen för den använda metoden. Ta vi dessutom i betraktande, att lagringsproven befinna sig under gynnsammare nitrifikationsbetingelser (bättre lufttillgång, gynnsammare fuktighetsbetingelser) än humustäcket på marken, så torde man ha grundad anledning påstå, att i dessa skogstyper endast ammoniak och organiska kväveföreningar kunna täcka växternas kvävebehov, för så vitt de ej höra till sådana arter, som kunna assimilera luftens fria kväve. I samtliga förut skildrade skogstyper föreligger alltid möjligheten att täcka åtminstone en del av kvävebehovet genom salpeter.

Ser man närmare igenom växtlistorna från de olika undersökta växtsamhällena, och söker man sätta dem i relation till markens förmåga att bilda nitrat, så finner man en i de stora dragen mycket vacker överensstämmelse. Ju mer kvävet kommer växterna till godo i form av nitrater, dess mera dominera bredbladiga, kraftigt transpirerande gräs och örter i växttäcket, ju mindre livlig salpeterbildningen blir, dess mera träda dessa tillbaka.¹ I deras ställe uppträda dels mindre fordrande, ofta med mykorrhiza försedda örter, dels framför allt ris. I somliga växtsamhällen, t. ex. granlundarna, ha vi ofta en blandning av ris och nitratofila växter. Ofta äro de mera lokalt skilda åt, i det att risen dominera på vissa, örterna på andra partier av marken (se sid. 463), men ibland kunna de också förekomma blandade med varandra. Florans sammansättning låter då förmoda, att nitrifikationen i marken är mindre livlig. Detta torde ock kunna anses bestyrkas därav, att en nitratanhopning mera sällan iakttages hos

¹ Ett märkligt undantag bilda vissa klippväxtsamhällen av renlav och ljung (se tab. 7 n:o 20).

Fråga torde ock vara om kärrens och mossarnas växtsamhällen kunna inordnas efter dessa synpunkter.

27. Meddel. från Statens Skogsförsöksanstalt.

växterna; även hos sådana arter, som gärna upphopa salpeter, erhålles så gott som alltid ett negativt utslag.

Vissa arter äro emellertid tämligen likgiltiga gent emot nitrat eller ammoniak. Bland våra vanliga skogsväxter höra till denna grupp t. ex. *Luzula pilosa* och *Trientalis europæa*. När de uppträda i lundar (t. ex. alskogar, se sid. 459) eller, som jag i nästa avhandling skall visa, på vissa slags hyggen, kunna de anhopa betydande nitratmängder i sina vävnader, men de förekomma icke dess mindre allmänt på en sådan mark, där all salpeterbildning har upphört och de måste sålunda där åtnöja sig med ammoniak. Andra för mull ganska karaktäristiska växter, som synas vara skäligen okänsliga för om kvävet tillföres i form av nitrat eller ammoniak, äro *Anemone nemorosa* och *Oxalis acetosella*. De förekomma utom på mull även i mera lucker råhumus, i vilken senare man ej kan påvisa någon nitrifikation. Från fysiologisk synpunkt erbjuder det emellertid intet överraskande, att vissa växter äro mer likgiltiga gent emot den form, i vilken de erhålla oorganiskt bundet kväve, man känner t. o. m. exempel på att vissa växter en tid under sin utveckling föredraga ammoniak, en annan tid däremot nitrat (KELLNER 1884).

Kunna de växter, som förekomma på mark med nitrifikation, fullt täcka sitt kvävebehov i form av salpetersyra? Denna fråga torde böra besvaras med ett obetingat ja ifråga om sådana växtsambällen, där man kan iakttaga en stark nitratanhopning i växterna, såsom i lunddälder, vissa typer av de ädla lövträdsbestånden, allundar, växtsambällen utmed rinnande vatten etc. Mera tveksam kan man däremot ställa sig med hänsyn till de växtsambällen, mera torra lövängspartier, örtrika granskogar etc., där man ej kan iakttaga någon nitratanhopning. Här torde såväl nitrater som ammoniak samtidigt spela en stor roll, varvid nitraterna fysiologiskt ha den betydelsen, att de ge floran en mer eller mindre tydlig prägel i nitratoofil riktning, d. v. s. att där förekomma växter, som gärna anhopa nitrat i sina vävnader. Men från rent växtfysiologisk synpunkt har man även att tänka på en annan inverkan av nitratbildningen än dess roll för täckande av växtens kvävebehov. De amerikanska jordmånsforskningarna under ledning av den förut nämnda O. SCHREINER ha nämligen låtit förmoda, att de s. k. mineraliska gödselmedlen sannolikt ha en tvåfaldig betydelse i jorden. Dels utgöra de direkta näringsämnen, dels synas de ha betydelse för att oskadliggöra vissa i marken förekommande organiska föreningar, som verka såsom gifter på växtrötter. Den förut omnämnda dihydrooxistearinsyran förlorar sin giftverkan, om marken gödslas med nitrater. De amerikanska forskarna se i dessa biverkningar den förnämsta betydelsen av att använda mineraliska gödselmedel. Det är ju möjligt, att en undersökning med ledning av sådana

synpunkter skulle kunna fördjupa vår inblick, i den roll, som en salpeterbildning i naturlig jordmån kan spela.

Kan man i fråga om vissa mullformer vara tveksam om kvävebehovet tillfredsställes i form av ammoniaksalter eller nitrater, så kan man, synes det mig, med hänsyn till vissa råhumusformer, göra sig den frågan, om ej kvävebehovet till en del tillfredsställes genom oorganiska kväveföreningar. Skulle man få döma av dessa humusformers förmåga, att ur en peptonlösning avspalta ammoniak, så vore den många gånger att anslå som så liten, att man har liksom svårt att tänka sig, att skogen skulle kunna täcka sitt kvävebehov enbart genom upptagande av ammoniak. Flertalet av de växter, som bebo en dylik mark, äro ju emellertid starkt mykorrhizaförande och omöjligt är ju ej, att mykorrhizan i detta avseende, såsom många forskare tänka sig, kan ha en viktig uppgift att fylla, nämligen att förmedla upptagandet av organiska kväveföreningar. Denna fråga skulle naturligtvis kunna föras vida närmare sin definitiva lösning, om man liksom SCHREINER i Amerika (se sid. 302) lyckas isolera vissa, till sin konstitution kända kväveföreningar ur skogsmarken och sedan närmare undersöker dessa ämnens näringsfysiologiska värde.

Men liksom vissa växter äro mera likgiltiga för om kvävet bjudes som ammoniak eller nitrater, torde andra vara mindre känsliga för om i marken försiggår en för täckande av deras kvävebehov tillräckligt livlig ammoniakbildning eller, om detta till en del måste tillfredsställas genom upptagande av organiskt kväve. Liksom vi i ett och samma växtsamhälle kunna ha växter med och utan mykorrhiza, utpräglat nitratofila växter tillsammans med i detta avseende mera likgiltiga former, så ha vi säkerligen i ett och samma växtsamhälle växtformer, som i större eller mindre grad kunna tillgodogöra sig organiskt kväve. Vid humustäckets övergång från ett mera luckert till ett mera segt råhumusartat tillstånd, komma olika arter att reagera på ett olika sätt. För vissa arter kommer det att betyda en större förändring i näringsfysiologiskt hänseende än för andra. Detta resonemang har emellertid icke blott ett teoretiskt intresse. Det kan, som jag sedermera skall visa, bidra att klarlägga det ingalunda enkla sambandet mellan markbetäckningens sammansättning och skogens tillväxt.

För växterna i de naturliga växtsamhällena blir frågan om huruvida ammoniak eller salpeter är den lämpligaste kväveföreningen ingalunda så enkel som en fråga om markens reaktion. Även starkt surt reagerande humusformer, t. ex. kärrjord, alskogens humuslager etc., kunna bilda nitrat i riklig mängd. Salpeterbildningens roll visar sig däremot i växtsamhällets allmänna fysiologi. Där en mer eller mindre riklig nitratbildning försiggår, där präglas växtsamhället av mera mesofila eller, när det gäller klipp-

samhällen, xerofila örter och gräs, där nitratsbyldningen är fullständigt undertryckt, få vi en vegetation av ris jämte ett mindre antal örter och vissa för dylik mark karaktäristiska mossor, nämligen de vanliga barrskogsmossorna. Då nitrifikationen, som jag nedan kommer att visa, regleras av de markbildande processerna, komma dessa att få ett avgörande inflytande på de olika växtsamhällenas uppträdande och fördelning. Ett studium av dessa, för vilket vårt land erbjuder alldeles särskilda förutsättningar, kan därför närmare belysa lagarna för växtsamhällenas eller skogstypernas fördelning och utvecklingsförlopp. Vi övergå därför till en närmare undersökning av dessa faktorer.

KAP. X. **De markbildande faktorernas betydelse för salpeterbildningen i vårt lands naturliga jordmåner.**

Den moderna jordmånsforskningen har funnit, att klimatet intager ett synnerligen framstående rum bland de markbildande faktorerna. Där klimatet i ena eller andra riktningen är starkt utpräglat t. ex. mycket vått eller mycket torrt, kommer denna faktor att dominera. Stora landområden få under sådana förhållanden en ganska likformig jordmån, även om berggrunden förete väsentliga växlingar. Exempel härpå finner man t. ex. i södra Rysslands stäpper, där den svarta jorden, rysarnas tschernosem, härskar inom vida områden, eller inom tropikerna, där lateriten, en roströd jordart, kan ge sin prägel åt vidsträckta landområden. Orsaken till att dessa trakter utmärkas av var för sig synnerligen karaktäristiska jordarter ligger i deras utpräglade klimat. Stäppklimatet utmärkes av kalla och vanligen snörika vintrar, men varma och torra somrar. Lateritområdena inom tropikerna åter karaktäriseras av en året om hög temperatur, som förlämnar den fallande nederbörden en särdeles kraftig inverkan på mineralens vittring.

Klimatets roll vid markbildningen bestämmes väsentligen av tvenne faktorer, nämligen temperaturen och nederbörden eller rättare sagt förhållandet mellan nederbörd och avdunstning. Temperaturen har så till vida en mera direkt betydelse, i det att den påverkar de kemiska vittringsfaktorerna, bl. a. stiger vattnets inflytande på mineralens vittring mycket starkt med temperaturen, liksom också alla kemiska processer förlöpa hastigare vid högre än vid lägre temperatur. Men av nästan större betydelse än temperaturen är förhållandet mellan nederbörd och avdunstning. I detta avseende brukar man skilja mellan två slags klimat, humida och arida. I de förra, de fuktiga klimaten, är nederbörden större än avdunstningen. Marken mottar mer vatten än den avger till luften, överskottet sjunker ned och medför en del av de lösliga vittringsprodukterna, vilka sålunda bortföras med grundvattnet och dess synliga

eller osynliga avlopp. Markbildningen försiggår sålunda i ett humitt klimat under en mer eller mindre utpräglad urlakningsprocess av de översta markskikten.

I det arida klimatet åter råder ett motsatt förhållande. Avdunstningen är där lika stor eller, om marken mottar vatten även från omgivningen, större än nederbörden. Även om nederbörden tidvis är större än avdunstningen, så att en nedtransport av salter kan äga rum med det i marken nedsjunkande vattnet, så överväger dock under andra tider avdunstningen. Den fuktighet, som vid rikligare nederbörd trängt ner i marken, stiger åter uppåt vid torrare väderlek, förande de lösta salterna upp mot ytan, där, om klimatet är utpräglat aritt, en stark anhopning av salter kan äga rum. I ett utpräglat aritt klimat sker markbildningen under anhopandet i ytan av vittringsprodukterna.

Vårt land har ett utpräglat humitt klimat, markbildningen försiggår under bortförandet av lösliga vittringsprodukter. Men i olika delar av landet försiggår denna process på grund av klimatets olikheter med olika intensitet och på ett olika sätt, varjämte sådana faktorer som markens topografi, dess halt av lösliga kalksalter samt även vegetationens beskaffenhet utöva ett viktigt inflytande. I det följande skola vi söka diskutera dessa faktorer, framför allt med hänsyn till den roll de spela för kvävet's omsättning till salpeter.

För denna diskussion kan det vara lämpligt att börja med förhållandena i sydligaste Sverige. De naturliga, dominerande skogsformationerna inom Sveriges bokregion äro bokskogen, ekskogen och blandskogen av ädla lövträd. Marken inom dessa skogssamhällen hör närmast till brunjordarnas klass, d. v. s. den för de lövfällande skogarna i mellersta Europa karaktäristiska marktypen. Brunjordarna bildas under inverkan av ett humitt, men mera tempererat klimat och vid mera måttlig uttvättning. De lösliga salterna, däribland även sulfater och karbonater, bortföras ur de översta jordlagren, lerjord, järnoxid och fosforsyra däremot endast i mera inskränkt grad. Jorden färgas gul till mörkbrun av järnoxidhydrat, men färgen påverkas i högsta grad av de inblandade humusämnen, så att marken i ytan får en smutsgrå, oren färg. Humusen har en mera lucker, i regel mullartad struktur och är vanligen mer eller mindre intimt blandad med mineraljorden.

Huvudparten av Sveriges skogsmarker hör emellertid till en annan typ, som med ett från de ryska jordmånsforskarna hämtat namn lämpligen kan kallas podsoltypen. Det för podsoltypen utmärkande är att det översta markskiktet av mineraljorden är mycket starkt uttvättat, så att det erhållit en vit färg, bildande blekjordskiktet eller blekjorden. Blekjordskiktet har uppkommit genom uttvättning icke blott av de mer lösliga

salterna såsom i brunjordarna, utan urlakningen sträcker sig än längre, den omfattar även järnoxid, lerjord och fosforsyra. En del av de i lösning bragta ämnena utfällas återigen ett stycke ned under markytan, där de giva upphov till ett särskilt skikt, rostjorden. Denna märkvärdiga markbildning sker under inflytande av humusämnen av utpräglat sur beskaffenhet. Många forskare (t. ex. EHRENBORG 1915, RAMANN 1911) äro av den åsikten, att uttvättningen av järnoxid och lerjord möjliggöres av humusämnernas kolloidala egenskaper, varigenom föreningar, som annars svårligen bringas i lösning, lösas och transporteras, nämligen i kolloidal form. När dessa kolloida lösningar längre ned i marken bliva utsatta för inverkan av elektrolyter (se närmare sid. 305), fällas eller kanske rättare uttryckt flockas de åter ut, varigenom rostjordsskiktet uppkommer. Podsoleringens teori bildar visserligen ännu icke något avslutat kapitel inom jordmånsläran, mycket återstår säkerligen både att tillägga och ändra, men så mycket är dock visst, att podsoleringen åstadkommer en ännu skarpare urtvättning och utarmning av de översta jordlagren med hänsyn till de lösliga salterna än vad som äger rum vid brunjordsbildningen. De båda jordmånstyperna skilja sig också i sina mera utpräglade former väl från varandra.

I brunjorden finnes en mera jämn övergång från de översta humusrika partierna till den underliggande mineraljorden. Humuslagret är i allmänhet väl blandat med jordens mineraliska beståndsdelar och under inverkan av de salter, som bildas vid mineralens vittring, flockas humusämnena ut ur sina lösningar, humusskiktet får en tydlig mull- eller klumpstruktur. En helt annan bild företer den genom podsoleringen uppkomna markprofilen. I sin mest utpräglade form, sådan den uppträder i våra mera kalkfattiga marker, bevuxna med barrskogar, utmärkes den av ett ytligt liggande humusskikt, som omedelbart vilar på blekjorden, vilken i sin tur underlagras av rostjorden. Denna övergår sedan utan några tvära avbrott i den underliggande mineraljorden. Det på marken vilande humusskiktet har bildats utan inverkan av saltlösningar eller elektrolyter, det saknar den för mullen utmärkande klumpstrukturen, är segt och mera jämnt, möjligen med undantag av den allra understa, närmast mot mineraljorden liggande delen, som har en tendens till mullknade struktur. Detta humustäcke ger vanligen med lackmuspapper en skarpare sur reaktion än brunjordens humuslager.

De olikheter, som finnas mellan brunjordar och mycket utpräglade podsoljordar, sträcka sig även till formerna för kvävet omsättning. I de förra bildas salpetersyra, åtminstone hos de i Sverige undersökta typerna, i de senare stannar nedbrytningen av de organiska kväveföreningarna vid ammoniak.

I samband med dessa olikheter stå, enligt min uppfattning, olikheterna i markvegetationens karaktär och sammansättning. I ena fallet ha vi en ört eller gräsflora, i andra fallet bli ris, såsom ljun, blåbär, lingon etc. de dominerande. Några strängt skilda markbildningstyper äro emellertid icke brunjordarna och podsoljordarna. De äro med varandra förbundna genom åtskilliga övergångar, men allt efter som markbildningen tenderar till den ena eller andra typen, kommer vegetationens karaktär att gå i den ena eller andra riktningen. I det följande skall jag närmare söka diskutera, huru de markbildande faktorerna i vårt land gestalta sig med hänsyn till uppkomsten av de olika marktyperna och hur de härigenom påverka eller bestämma vegetationens karaktär.

Så vitt man för närvarande känner jordmånsförhållandena i vårt land, de äro ju ännu långt ifrån tillräckligt undersökta, finna vi i Skåne våra mest utpräglade brunjordar på kalkhaltig moränmärgel. Den närmare undersökta Dalby hage (se sid. 431) erbjuder ett exempel härpå. Även på andra ställen visar kalkaktig jordmån en tendens till att gynna uppkomsten av brunjordsliknande jordmåner. Orsaken till kalkens roll härvidlag ligger dels i dess förmåga att neutralisera vid förmultningen bildade humussyror, dels också i salters allmänna verkan på kolloidala ämnen, kolloiderna utflockas ur sina lösningar. När humusämnen neutraliseras och utflockas, förlora de den inverkan på den underliggande marken, vars resultat visar sig i podsolprofilen. På kalkhaltig jordmån är därför podsoleringen försvårad eller fördröjd, men det skydd, som kalken så att säga erbjuder mot markens podsolering, blir av större eller mindre betydelse, allt efter klimatets beskaffenhet. Detta kan lämpligen belysas genom några exempel.

På Gottlands moränmärgel och även på dess kalkhaltiga sandavlagringar bildas en utpräglad mulljordstyp, påminnande om brunjorden. På denna mark finna vi den förut i korthet omnämnda örtrika tallskogen, de bakteriologiska undersökningarna visa, att nitrifikationsbakterier finnas i marken, i markbetäckningen förhärska örter och bredbladiga gräs. En liknande vegetation påträffas även i den gottländska granskogen på moränmärgel. En närstående jordmånstyp återfinner man i granskogen på östra Upplands kalkrika moränmärgel, ett exempel härpå lämnar den undersökta örtrika granskogen vid Marum i Björkö-Arholma s:n (se sid. 461).

I Jämtlands siluområde däremot gestalta sig förhållandena på ett annat sätt. På de mera jämna markerna, som i övervägande grad äro bevuxna med granskog, ha vi en marktyp, som föga skiljer sig från den, som förhärskar i de kalkfattiga delarna av Norrland. Humustäcket har utpräglad råhumuskaraktär, är segt och sammanhållande och vilar på en

ganska utpräglad blekjord, som kan vara rätt så mäktigt utbildad. Denna underlagras i sin tur av rostjorden, som så småningom övergår i den oomvandlade mineraljorden. Vanligen är kalkhalten i ytan tämligen ringa, det brukliga kalkprovet med saltsyra ger positivt utslag först ett stycke under rostjorden, men man finner alldeles samma marktyp även när stora block av silurkalk ligga omedelbart under markytan (se närmare fig. 28). Icke heller i vegetationen märker man kalkens närvaro.



Ur Skogsförsöksanstaltens saml.

Foto av förf.

Fig. 28. Profil i morän med block av ortocerkalksten. Marken med blekjord och råhumustäcke. Jämtland. Invid stationen Jämtlands-Sikås. Juni 1912.

Moränenprofil. Blöcke aus Orthocerenkalkstein. Bleicherde und Rohhumus.

Markbetäckningen är alldeles densamma som i andra Norrlands gran-skogar, mossorna de vanliga, *Hylocomium proliferum*, *H. parietinum*, *Hyponum crista castrensis*, *Dicranum undulatum* och *D. scoparium*, *Polytrichum commune*, här och där tuvor av *Sphagnum girgensohnii* och *Sph. acutifolium*, varjämte de vanliga risen uppträda på samma sätt som annars. Medan kalken sålunda på de mera plana markerna föga ger sig tillkänna, framträder dess inverkan på marken och vegetationen så mycket tydligare i sluttningarna. Här får såväl marken som vegetationen en helt annan karaktär. Medan granarna på den plana marken oftast

förete ett allt annat än växtligt utseende, komma sluttningarnas granskogar att höra till våra allra vackraste och växtligaste. Marken och markbetäckningen förete lika stora skillnader. På de mest gynnsamma platserna kommer intet blekjordsskikt till utbildning, vi ha alldeles som i brunjorden en jämn övergång mellan de översta humusrika skikten och den underliggande mineraljorden, humustäcket har utpräglad mullstruktur, kvävet omsättes till salpetersyra. Granskogens normala enformiga markbetäckning har ersatts av en ört- och gräsvegetation (jmf t. ex. granskogen i Undrom sid. 462). De olikheter, som i avseende på markbildningen finnas mellan Jämtlands silurområde och mellersta och södra Sveriges kalkområden sammanhånga med olikheterna i klimatet. Det norrländska klimatet är utan tvivel ett ännu mera utpräglat podsolklimat än mellersta Sveriges, förhållandet mellan avdunstning och nederbörd gestaltar sig ännu ogynnsammare för avdunstningen, den kortare sommaren och den lägre temperaturen gynnar uppkomsten av starkt sura humusformer, som starkt befordra podsoleringen. Urtvättningen av lösliga salter försiggår därför på det hela taget starkare i Norrland (se även OLOF TAMM 1912).

Den olikhet, som sluttningar och plana marker förete med hänsyn till markbildningen och floran, sammanhänger på det närmaste med den lösta kalkens vandringsriktning kan även spåras i markens topografi i smått t. ex. i Ammers kronopark (se sid. 470). På den plana marken föres den lösta kalken huvudsakligen nedåt, sålunda bort från humustäcket, i sluttningarna däremot rör sig vattnet mera utmed markens yta, urtvättningen blir mindre stark och en tillförsel av mineralämnen från högre belägna trakter kan t. o. m. äga rum. I ett sådant klimat som Norrlands visar sig därför kalkens inverkan på markbildningen och vegetationen ofta icke där den anstår i marken utan där, dit den lösta kalken föres av vattnet. De plana markerna, som så småningom berövas sin kalkhalt, ha en torftig vegetation, skogarna få ett utpräglat råhumustäcke och växa i regel mindre väl. Sluttningarna däremot, där kalkurtvättningen sker mindre snabbt, eller där en kalktillförsel äger rum, utmärkas av en örtrik vegetation, humustäcket har utpräglad mullstruktur, kvävet omsättes till salpeter och granskogarna förete den högsta grad av växtlighet.

Kalkens uppträdande visar sig dessutom i torvmarkernas vegetation. Det kalkhaltiga vattnet ger upphov till kärrformationer och många kalkväxter uppträda företrädesvis i försumpningarnas randformationer. Där kan man t. o. m. finna så egendomliga vegetationsbilder som guckuskon (*Cypripedium Calceolus*), växande i mitten av en tuva av *Sphagnum fuscum* (se fig. 29).

Alldeles analoga företeelser återfinnas, då man jämför floran på urkalk

i mellersta Sverige med liknande lokaler i övre Norrland. På mellersta Sveriges urkalklinser finner man oftast en utpräglad kalkflora. Är kalkberget bevuxet med barrskog, märkes kalkens närvaro i synnerhet i mosstäckets sammansättning, är berget kalt, klädes det med en sparsam, men för kalken speciell flora (se även G. ANDERSSON och H. HESSELMAN 1910 sid. 112—114). Urkalklinser äro som bekant ingalunda vanliga



Ur Skogsförsöksanstaltens saml.

Foto av T. Lagerberg.

Fig. 29. *Cypripedium Calceolus* på tuva av *Sphagnum fuscum* i kanten av en myr.

Jämtland. Ås sn. kronoparken Undrom Juni 1912.

Cypripedium Calceolus in einem Rasen aus *Sphagnum fuscum*.

i övre Norrland, men mellan Jörn och Kåge i Västerbotten finner man dock ett ganska stort område med urkalk. De i terrängen svagt uppstickande urkalklinserna äro bevuxna med granskog av vanlig typ, moss- och risvegetationen är densamma som i Norrlands vanliga barrskogar och på kalkstenen vilar ett utpräglat råhumustäcke. Kalken har, med undantag av det omedelbart in till kalkberget liggande skiktet icke haft

den minsta inverkan på humustäcket. Nedanför kalkberget däremot märker man nogsamt kalkens närvaro och inflytande på vegetationen. I fuktiga sänkor bildas ört- och gräsrika kärr av en typ, som annars ej förekommer i denna trakt. Även här ger sig sålunda kalkens inverkan på vegetationen tillkänna, icke där den anstår men väl där, dit den vandrar.

Jag har här i korthet skildrat kalkens roll för våra skogsmarker, emedan dess vandringar och dess inflytande på markbildningen synes mig på ett särdeles belysande sätt illustrera ett av de viktigaste fenomenen vid markbildningen i vårt land, nämligen den viktiga roll, som de lösta salternas eller elektrolyternas vandringsriktning ha för humustäcket och de processer, som försiggå i detsamma. I en riktig uppskattning av denna faktor synes man mig ha en mycket viktig utgångspunkt vid studiet av vegetationsfördelningen i vårt land och även, som jag sedermera skall visa, vid diskuterandet och lösandet av en del skogsvårdsproblem. I de skildrade exemplen har kalken i själva skogsmarken alltid befordrat kvävet omsättning till salpeter, men även i mera kalkfattiga marker verka elektrolyterna på samma sätt.

Det är ett bland vårt lands skogsmän välbekant förhållande, att skogen i det stora hela både växer bättre och föryngras lättare på sluttningar än på plana marker. Mången gång kan man iakttaga, hurusom mycket små växlingar i topografien ha ett inflytande i detta hänseende. I Norrland äro vanligen sydsluttningarna bättre än nordsluttningarna, ett helt naturligt förhållande i ett område, som närmar sig skogens nordgräns, men nordsluttningarna kunna stundom oaktat sin ogynnsamma exposition bilda utmärkta ståndorter, bevuxna med vacker gran. Ett exempel härpå erbjuder den undersökta granlunden vid Rokliden (se närmare sid. 465). Liden i sin helhet sluttar långsamt mot nordost och är bevuxen med svagt växtlig granskog, i stor omfattning försumpad och fläckvis avbruten av smärre torvmarker. Marken är överallt starkt podsolerad, råhumustäcket kraftigt utvecklat. Det nedersta partiet sluttar starkare än liden i dess helhet, lokalen ligger nedanför högsta marina gränsen, marken är kraftigt bearbetad av havsvågorna och därför lättare genomsläpplig. Marken och markprofilen visa den största olikhet med förhållandena i den mera svagt sluttande liden. Humustäcket, som är rätt mäktigt, visar en utpräglad tendens till mullstruktur, blekjordslager saknas. Markbetäckningen i skogen utgöres av örter och gräs, i marken finnas nitrifikationsbakterier, och granarna visa den mest briljanta tillväxt, bildande en slående motsats till de uselt växande träden längre upp i liden (se fig. 14).

En bland de viktigaste faktorerna för denna förändring i marktypen vill jag söka i den starkare tillförsel av elektrolyter, som den skarpa sluttningen får i jämförelse med den mera långsamt sluttande liden

liksom också i den bättre genomluftning, som är en följd av rörligare vatten (jmf. även HESSELMAN 1910). Liknande företeelser möta överallt i skogarna, ehuru mer eller mindre utpräglade. I skarpa sluttningar är marken vanligen av bättre beskaffenhet än på mera plan terräng, blekjordslagret mindre skarpt utpräglat och humustäcket av en gynnsammare beskaffenhet. I detaljerna kan man väl finna starka växlingar, och undantag från regeln kan man också se, men i det stora hela har det sin riktighet, vad här sagts om sluttningarnas företräde i avseende på markbeskaffenheten. Överallt rör det sig om samma grundprincip för markbildningen, uttvättningen av de översta markskikten och elektrolyternas vandring, vilka dels såsom näringssalter direkt gynna trädens växt, dels ock påverka omsättningen av humustäcket och därigenom indirekt influera på vegetationen. Där förhållandena äro särdeles gynnsamma, såsom i områden med kalkhaltig berggrund, träffa vi på sluttningarna ända upp i Lappland i ett utpräglat podsolklimat marker, som likna brunjordarna och i vilka det organiska kvävet omföres till salpeter. Exempel på dylika marker lämna t. ex. de närmare skildrade örtrika granskogarna å krpk. Undrom i Jämtland samt vid Djupdal och å krpk. Björnberget i Vilhelmina sn i Lappland (se sid. 463, 464). Andra exempel ha vi i de örtrika björkängarna vid Mullfjället i Åre och å Tåsjöberget i Ångermanland (se 439, 440). På mera kalkfattig mark utbildas en liknande ehuru ej så utpräglad jordmånstyp t. ex. å Rokliden.

I princip bör man enligt min uppfattning på samma sätt förklara vegetationen och markbildningen i lunddälderna. Dessa utbildas som nämnts, omkring bäckar och smärre vattendrag. De salter, som uttvättats eller utlösts ur de marker, varifrån vattnet kommer, påverka humusbildningen i lunddälden. Oaktat maskar synas förekomma i ringa mängd, har humustäcket alltid en ganska utpräglad mullstruktur. Kvävet omsättes i stor omfattning till salpetersyra, det stora flertalet växter äro rika på nitrat. Markbildningen och omsättningen i humustäcket försiggå här, tack vare det elektrolythaltiga vattnet, på samma sätt som i södra och mellersta Sveriges rena mullmarker. Växter, som fordra en sådan jordmån, finna därför sin trevnad i lunddälden och där träffar man också ej så få sydiskandinaviska relikter.

I de undersökta lunddälderna i Helsingland (se sid. 446, 450) funnos såväl alm som lind (se fig. 30) samt vidare olvon (*Viburnum opulus*), måbär (*Ribes alpinum*) och try (*Lonicera xylosteum*) förutom en del örter och gräs. GUNNAR ANDERSSON och SELIM BIRGER (1912) ha i sitt bekanta arbete om den norrländska vegetationens invandringshistoria framhållit sydbergens roll för de sydiskandinaviska arterna på grund av den högre temperatur och det frostskydd, som dessa lokaler erbjuda de mera



Ur Skogsförsöksanstaltens saml.

Foto av förf.

Fig. 30. Lind (*Tilia cordata*) i övre delen av en lunddäld. Hälsingland, Hassela sn, Älfåsen. 10 juli 1915.

Linde (*Tilia cordata*) in einem Haintälchen.

köldömma arterna. Även om, såsom jag nyss påpekat och ytterligare kommer att belysa, markbeskaffenheten har sin betydelse för dessa sydiskandinaviska arters uppträdande, så är dock den högre temperaturen alldeles avgjort en mycket viktig faktor. Den ger sig så till vida tillkänna på de undersökta lokalerna i Hälsingland, som de nyssomnämnda vedväxterna uteslutande förekomma i de starkt sluttande lunddäldernas allra översta partier, där väl frostfriheten är som störst, medan de saknas i de lägre, ehuru någon egentlig skillnad knappast torde förefinnas i avseende på markbeskaffenheten.

De egentliga sydbergen ha en markbeskaffenhet, påminnande om lunddäldernas; humustäcket är mullartat, och kvävet torde i regel omsättas till salpeter. Åtminstone är så fallet i ett av mig undersökt, hittills ej i litteraturen beaktat sydberg, Hundberget vid Älvsbyn i södra Norrbotten. Florans allmänna karaktär, den alls ej ovanliga förekomsten av sådana utpräglade nitratväxter som stinksyska (*Stachys silvatica*) och hallon (*Rubus idæus*) m. fl., tala för att salpeterbildning ofta förekommer i sydbergen. Vi ha här för övrigt samma villkor för salpeterbildning, som på många andra sluttningar. Genom de oupphörliga rasen blandas humus och mineralpartiklar med varandra, och ofta fuktas marken av ur berget framsippande vatten, som under sin väg genom springor och sprickor löst ut salter, som kunna påverka humusämnena. I den överensstämmelse i avseende på kvävet omsättning, som finnes mellan sydbergslokaler och lunddälder, har man enligt min uppfattning att söka en av de viktigare orsakerna till att båda slagen av ståndorter äro lämpliga för sydiskandinaviska relikter. Många av dessa äro ju ganska utpräglade nitratväxter.

Ser man på de stora dragen av den geografiska fördelningen av olika växtsamhällen i Norrland, framträda de markbildande faktorernas stora betydelse med oavvislig klarhet och tydlighet. De mera jämna eller sakta sluttande markerna bliva alla, även på kalkhaltig mark, mer eller mindre starkt podsolerade, barrskogarna med sin enformiga vegetation av mossor eller lavar och ris bliva de härskande växtsamhällena. Endast under kortare tidsperioder ersättas barrskogarna av växtsamhällen, framkallade av skogseldar, som i de översta markskikten förorsaka ganska djupgående, men dock mera tillfälliga förändringar. I samband med och delvis som en följd av podsoleringen står den allmänna förekomsten av försumpade skogsmarker, vilka i synnerhet i sluttningar mot norr ha en betydande utbredning. Där podsoleringen motverkas eller förminskas genom tillförsel av mineralsalter eller där genom starkare lutning urtvättningen är nedsatt, bli de mossrika barrskogarnas enformiga markbetäckning uppblandad med en del gräs och örter. Där mineraltillförseln är stark, i synnerhet i kalkrika trakter, får moss- eller risvegetationen vika för en ört- och gräsrik mark-

betäckning. Markprofilen kan i detta fall få ett väsentligt annat utseende än på de podsolerade markerna, det uppstår en marktyp, påminnande om sydligare nejdens brunjordar. Det i humustäcket organiskt bundna kvävet omsättes i större eller mindre omfattning i salpeter. Liksom man inom växtgeografien brukar tala om edafiskt betingade växtsamhällen, skulle man här kunna tala om edafiskt betingade marktyper; topografien, stundom i förening med markens kalkhalt, ha där framkallat en marktyp, som annars ej skulle bildas under rådande klimatiska förhållanden. Betingade dels av topografien, dels ock av klimatet, intaga torvmarkerna stora arealer. I kalkhaltiga trakter visa de vanligen stark påverkan av den anstånde berggrunden, men även i de kalkfattiga områdena variera de i avseende på vegetationen allt efter mineraltillförselns rikedom. Där marken är starkt sluttande och där torven överspolas av mycket vatten, helst något kalkhaltigt, ingå i kärrets vegetation talrika och frodigt utvecklade gräs och örter (se t. ex. sid. 478). Troligt är, att även i dylika marker torvens kväve omsättes till salpeter, ehuru salpeter ej kunnat påvisas i växterna. Utpräglade nitratväxter förekomma emellertid på dylika platser, t. ex. *Geum rivale*, och undersökningar angående nitrifikationsbakteriers förekomst ha givit positiva resultat. Vid torrläggning kan nitratbildningen i dylika marker bli så riklig, att en kraftig nitrat-anhopning äger rum, t. ex. hos *Geum rivale*.

GUNNAR ANDERSSON och SELIM BIRGER (1912, sid. 25) hävda i sitt intressanta och för kännedomen om Norrlands vegetation viktiga arbete den åsikten, att Norrlands skogsområde har ett torrt och kallt klimat, och att av denna anledning de härskande växtformationerna hava vad man kallar en xerofytisk prägel, d. v. s. de skulle vara tillpassade för att leva på torr mark eller i ett torrt klimat. Denna uppfattning synes mig ingalunda träffa de väsentliga och för växtvärlden viktigaste momenten i Norrlands klimat. Det avgörande är enligt min mening att Norrland har ett klimat, som i hög grad befordrar markens podsolering, urlakningen av de översta markskikten och uppkomsten av sura humusformer. Härvid har den låga medeltemperaturen sin mycket stora betydelse genom att motverka förmultningen. Från denna synpunkt kan man utan någon motsägelse förklara, varför barrskogarna med ris i markvegetationen förhärskar över så gott som samtliga marker, medan samtidigt växtformationer, bundna vid starkt vattenöverskott i marken, såsom de försumpade skogsmarkerna, intaga vidsträckta arealer. Den xerofytiska prägel, som i viss mån utmärker barrskogarnas bottentäcke, står i närmaste anslutning till markens beskaffenhet och som jag förut sökt göra troligt, till sättet för kvävet omsättning. Samma vegetationstyp återkommer överallt, där de markbildande faktorerna, temperaturen och för-

hållandet mellan nederbörd och avdunstning, förorsaka en stark uttvättning av de översta markskikten och gynna uppkomsten av utpräglat sura humusformer. Inom vissa områden i Norrland, nämligen i de övre delarna av Dalarna och Härjedalen samt i övre delen av inre Norrbotten kan man visserligen säga, att verkligt xerofytiska växtsamhällen, nämligen tallhedarna, förhärskar. Dessa trakter höra emellertid till Norrlands mest kontinentala områden.

Förflyttar man sig från Norrland söderut, bliva förhållandena mindre utpräglade. I det stora hela är i synnerhet i mellersta och östra Sverige markens podsolering mindre framskriden och detta även i barrskogarna, vilkas råhumustäcke vanligen är av en mera gynnsam beskaffenhet än i Norrland. Redan i Norrland märker man en tydlig skillnad mellan dess norra och södra delar. I nordligaste Sverige är tendensen till uppkomsten av råhumus även utanför barrskogen vida starkare än t. ex. i mellersta Hälsingland, något som även framgår av sammansättningen av vegetationen på hyggen och andra öppna platser i skogarna. Men liksom klimatet överhuvudtaget är ett mindre utpräglat podsolklimat, komma sådana växtsamhällen, som i viss mån motverka podsoleringen, att spela större roll i vegetationen. Hit höra framförallt de av ädla lövträd bestående växtsamhällena.

Dessa samhällen inverka på marken på ett annat sätt än barrskogarna. Växtavfallets söderdelning befordras i större utsträckning än i barrskogen av maskar och insekter, som genom sin grävande verksamhet åstadkomma en intim blandning av humus och mineraljord. Härigenom bildas mindre sura humusformer än i barrskogarna. Vidare råder en utpräglad skillnad mellan lövskogen och barrskogen i avseende på vattenhushållningen i de översta markskikten. Lövskogen är vår, höst och vinter kal, den senare ständigt grönskande. Medan träden äro olövade, är vattenavdunstningen från markytan mera livlig, vilket i sin mån medför en transport av salter uppåt mot de övre markskikten. Även om denna faktor endast om våarna, då avdunstningen är mera betydande, torde ha någon egentlig betydelse, bör den ej helt underskattas. Den understödes emellertid i sin mån av den rika vegetation av gräs och örter, som kläda marken, och som åstadkomma en uttorkning av de översta markskikten, som i sin tur bör befordra en uppåtgående vattentransport. I barrskogen är hela vattentransporten mera riktad nedåt, i synnerhet blir detta fallet i skogar med ett mosstäcke av *Hypnum*- och *Hylocomium*-arter, som så gott som uteslutande leva på atmosfärens vatten och ej taga någon fuktighet från marken (se t. ex. OLTMANN 1887). I den lövfällande skogen finnas sålunda vissa faktorer även i avseende på vattenhushållningen i de översta markskikten, som motverka markens

podsolering, medan förhållandena i barrskogen understödja samma process. I ekskogarna vid Djursholm t. ex. finns en antydning till blekjord, en podsolering äger rum, men den är tydligen mindre utpräglad än i barrskogarna i samma trakt och genom maskars och insekters verksamhet bildas en utpräglad mull. Mullälskande och nitratofila växter kunna därför förekomma på en mark, som ej genom topografien är särskilt gynnad genom elektrolyttillförsel. De komma emellertid att företrädesvis förekomma på sådana marker, som genom sin mekaniska eller geologiska beskaffenhet äro mindre benägna för urtvättning, t. ex. lermarker eller lériga moräner, medan på de lättare podsolerade markerna råhumus med dess karaktäristiska flora blir mer eller mindre dominerande.

Även i barrskogarnas marktäckte visar sig på samma sätt underlagets inflytande. I de meromnämnda barrskogarna i Jönåkers häradsallmänning finns på rullstensåsar och moräner en ganska utpräglad podsolprofil och markbetäckningen i dessa skogar utgöres som vanligt av mossor och bärris. Humustäcket är rent ytligt, kvävet omsättes ej till salpetersyra. På lermark anträffades den närmare skildrade örtrika granskogen (se sid. 460). Urtvättningen i ytlagren är här mindre fullständig, humustäcket utsättes under sin bildning mera för elektrolyters påverkan och blir mullartat. Ehuru humusen är av sur reaktion, omsättes kvävet till salpetersyra.

Med den betydelse, som jag vill tillskriva elektrolyters inverkan på humusämnenas för kvävet nitrifikation, blir det också förklarligt, varför just i växtsamhällen på klippor en nitrifikation så lätt äger rum. Vi kunna i dessa formationer finna salpeterbildning icke blott i de klippväxtsamhällen, som höra till lövskogarnas formationsserie, utan det är ej ovanligt att finna en livlig salpeterbildning även under ett rent renlavstäckte. I dessa samhällen kunna därför nitratofila växter uppträda, t. ex. *Rubus idæus*, som på dylika platser alltid visat mycket kraftig nitratreaktion. Urtvättningen i dessa klippskrevor kan nog aldrig bli så fullständig som i annan, mera genomsläppande mark, och med regnvattnet nedföras i springorna grus och andra vittringsprodukter från den mer blottlagda hällen.

Även den nitrifikation, som hittills iakttagits i kärrformationer, kan ses under samma synvinkel. Dessa kärr ha samtliga förekommit på lokaler med tillrinnande, mera livligt, rörligt vatten. Vad särskilt kärren å krpk. Vallåsen å Hallandsås beträffar (se sid. 475), hava dessa tidvis ett så lågt vattenstånd, att den för nitrifikationen nödvändiga luften lätt får tillträde. Mossarna åter, som äro uppkomna på mark med mera minalfattigt vatten, sakna så vitt man vet, nitrifikation. Fördelningen av kärr och mossar är många gånger mycket skarp och instruktiv. Särskilt lärorika

äro förhållandena å krpk. Vallåsen å Hallandsås, där kärrformationerna uppträda både som laggar och avloppsbäcken för de ganska vidsträckta mossarna. Man skulle även kunna se den nitrifikation, som genom torrläggning framkallas i en mosse, under samma synvinkel. Torven i de marker, där en nitrifikation äger rum, har ofta mullstruktur. Denna struktur talar för en elektrolytpåverkan.

I en följande uppsats, som kommer att behandla våra skogsföryngringsåtgärders inverkan på omsättningen av markens kväveförråd, blir det tillfälle att ytterligare belysa den synpunkt, som jag nu utvecklat i avseende på villkoren för en nitrifikation. Genom direkta experiment bör vidare utrönas, vilka ämnen och vilka förändringar i humustäcket, som särskilt spela en roll för nitrifikationen. Ehuru det förut ofta framhållits, att nitrifikationen tydligt kan äga rum i en jord, som reagerar surt, så kan nog den avtrubning av de fria syrorna, som en blandning av humustäcket med mineraljorden eller tillförseln av mineralhaltigt vatten gärna medför, icke vara utan sin stora betydelse. Vissa undersökningar ha ådagalagt (SÖHNGEN 1913), att kolloida ämnen ha förmågan att starkt påskynda eller befordra åtskilliga mikrobiologiska processer i marken. Vad nu särskilt salpeterbildningen beträffar har den visat sig kunna kraftigt befordras av fasta, d. v. s. utflockade kolloider, som äro omgivna eller genomdränkta med en nitrificerbar lösning. Möjligt är därför, att markens kolloidala tillstånd, vilket som förut framhållits, starkt påverkas av elektrolyttillgången i marken, har ett direkt inflytande på nitrifikationsprocessen. Men även direkt kunna salterna ha sin betydelse för bakterierna. Särskilt ha ingående undersökningar av den bekante danske jordbakteriologen CHRISTENSEN (1915) ådagalagt, att förekomsten av vissa oorganiska salter utgör en nödvändig betingelse för många bakteriers verksamhet i marken. En på dessa frågor direkt inriktad experimentell undersökning vore emellertid nödvändig för att närmare belysa och klarlägga den roll, som elektrolyttillförseln spelar för nitrifikationen.

Kasta vi nu en blick tillbaka på vad som här sagts angående de markbildande faktorernas inflytande på humuskvävets nitrifikation, torde det lämpligen kunna sammanfattas på följande sätt.

Vårt land har i det stora hela ett utpräglat podsolklimat, som befordrar uppkomsten av sura, icke nitrificerande humusformer. I barrskogarna förstärkes klimatets inverkan på markbildningen ytterligare genom den minskade avdunstningen från den översta markytan, växtaffallets beskaffenhet och det ytligt liggande, enbart av det atmosfäriska vattnet levande mosstäcket. I barrskogarna förhärskar därför sura, på marken ytligt liggande, icke nitrificerande humusformer. I sydligaste Sverige är klimatet mindre utpräglat med hänsyn till markens podsolering, i lövskogarna av

ädla lövträd bildas brunjordar, framförallt på kalkrik mark. I brunjordarna utbildas ett mullartat, nitrificerande humustäcke. Kalken har över hela landet en benägenhet att framkalla en dylik marktyp, men dess roll härvidlag motverkas till en viss grad av klimatet, som ju längre mot norr man kommer, allt mer befordrar dess uttvättning. På plana kalkmarker i Jämtland finner man därför samma skogstyper och samma markbetäckning som i de mera kalkfattiga områdena av Norrland. Kalkens roll för vegetationen visar sig dock överallt på de platser, dit den vandrar, och den framkallar därför i sluttningar en annan marktyp, ofta en ren brunjordstyp med en helt avvikande vegetation. På dessa sluttningar finner man nitrificerande humusformer, medan sådana saknas på de plana markerna.

En liknande inverkan som kalken ha andra elektrolyter på humuskvävets nitrifikation. På sluttningar, som erhålla ett mera rikt tillflöde av elektrolythaltigt vatten, bildas nitrificerande humusformer. Ett särskilt exempel på det elektrolythaltiga vattnets inverkan på kvävet nitrifikation ha vi i lunddälderna, där marken och framförallt humustäcket omspolas av friskt, syrehaltigt, elektrolytförande vatten. Under stark tillförsel av elektrolyter, framförallt kalksalter, kan även i den sura kärrjorden en nitrifikation äga rum. Växttäcket utgöres då av gräs och örter.

En annan faktor, som till en viss grad motverkar markens podsolering och uppkomsten av sura råhumusformer, är en lövträdsvegetation. Den mera rika och frodiga ört- och gräsmattan gynnar de övre markskiktens avdunstning och understödjer en elektrolytvandring, om ock svag, mot markytan. Löv- och det övriga växtavfallet befordra ett rikt maskliv i jorden, som sörjer för humusämnenas omblandning med mineraljorden, varigenom nitrificerbara humusformer bildas. Dessa lövskogsformationer, liksom också de örtrika björkängarna, gynnas i sitt uppträdande av en kalkhaltig eller i övrigt näringsrik jordmån, alltså av en sådan, som på grund av sin kemiska eller fysikaliska beskaffenhet är mindre benägen för podsoleringen. De gynnas ock i sitt uppträdande av ett milt, framförallt frostfritt lokalklimat.

KAP. XI. Några karaktärer hos salpeterbildande och icke salpeterbildande jord.

Den föregående framställningen har visat, hurusom uppkomsten av salpeterbildande och icke salpeterbildande jordmåner på det närmaste sammanhänger med hela markbildningsprocessen i vårt land. Där humusbildningen försiggår under inverkan av elektrolyter, uppstå nitrificerande humusformer, där humusen bildas under förhållanden, som kraftigt be-

fordra elektrolyternas borttransporterande, går utvecklingen mot icke nitrificerande humusformer. Bland de faktorer, som befordra en blandning av humus och mineral, märkas såväl rent biologiska såsom maskars och insekters grävande och jordblandande verksamhet som rent fysiska, t. ex. markens topografi och därmed sammanhängande avrinningsförhållanden. Till de nitrificerande jordmånerna höra de äkta mulljordarna, samt i mera rörlig vatten bildade humusformer, till de icke nitrificerande höra råhumusjordarna med deras olika varianter. I det följande skola deras övriga, icke struktuella egenskaper något behandlas.

Bland betingelserna för att en nitrifikation skall äga rum i marken, brukar vanligen anföras, att jorden bör ha en neutral eller alkalisk reaktion. Denna åsikt tål tydligen en betydande modifikation. CHRISTENSEN visade för några år sedan (1913), att en salpeterbildning äger rum i sur kärrtorv, och bland de av mig undersökta nitrificerande jordarna har flertalet mer eller mindre tydligt sur reaktion. Till dessa tydligt surt reagerande höra t. ex. humusproven från alskogen vid Djurs-holm, den humusblandade lerjorden från alskogen vid Selsjön (Ångermanland), den utpräglade mulljorden från bokskogen å krpk. Vallåsen, Hallandsås, humusproven från lunddälden vid Skärålid, kärrjorden från kronojägarebostället Klippan, Hallandsås, humusjorden från örtrik gran-skog i Jönåkers häradsallmänning. Samtliga dessa prov ha vid lag-ring bildat betydande salpetermängder (jfr tab. 7) och i flertalet fall ha växterna på de platser, där proven insamlats, visat en högst betydande nitrathalt. Så långt man kan döma av reaktionen med lackmuspapper äro dock dessa jordar, med undantag av kärrjorden, mindre sura än vanlig råhumus. Tydlig, om ock svagt sur reaktion visade vidare t. ex. jordproven från vittringsjord å hyperit från Torsberget vid Mölnbacka, proven nitrificerade dock WINOGRADSKYS lösning, likaledes svagt sur reaktion hade jordproven från ekbestånden vid Djursholm, nitrifikationen var dock även här stark. Neutral reaktion har däremot iakttagits hos jordproven från almbeståndet i Dalby hage (sid. 431), hällmarksjordarna å Gottland, jordproven från klippväxtsamhälle å urberg vid Djursholm, bokskogen å Omberg, den örtrika tallskogens mull etc. Framför allt på kalkhaltig jordmån har reaktionen visat sig neutral, mera undantagsvis på kalkfattig. Vilken roll jordens reaktion spelar för nitrifikationen är emellertid ej så alldeles lätt att säga. Fråga är, om man med lackmus kan få ett tillförlitligt utslag för markens surhetsgrad, riktigast vore utan tvivel att bestämma vätejonernas koncentration på kemisk-fysikalisk väg, en metod, som dock ännu ej utbildats för att användas på jordprov. Emellertid synes det i allmänhet vara så, att de sura nitrificerande humus-formerna ge något mindre sur reaktion än de icke nitrificerande sura.

I tab. 7 meddelas analysresultaten angående de undersökta jordprovens kvävehalt uträknad i procent såväl av jordens torrsvikt som av dess humushalt, bestämd såsom glödningsförlust. Det visar sig härvidlag en ganska anmärkningsvärd skilnad mellan de salpeterbildande och de icke salpeterbildande jordarna, de förra ha vanligen en kväverikare humus än de senare. Hos de salpeterbildande växlar humusens kvävehalt från 1,3 %—5,0 %, de lägsta värdena visa härvidlag jordproven från örtrika granskogar (Vilhelmina, Lappland 1,6 och 1,8 %) samt jordprovet från en fjällbäck vid Duved, (1,3 %). Den kväverikaste humusen uppvisar det undersökta beståndet i Dalby hage, nämligen 5 %. Ser man på de egentliga mulljordarna, sådana man träffar dem i lövängar och under bestånd av ädla lövträd, varierar kvävehalten omkring 3,5 å 4,0 %. Mycket kväverik humus ha vanligen alskogar och lunddälder, i vilka senare alen nästan alltid ingår som en viktig beståndsdel.

Mycket lägre kvävehalt uppvisa råhumusjordarna. Humusens kvävehalt varierar från 1,5 % till 2,8 %, det sista höga värdet har dock endast anträffats hos en råhumus av mera gynnsam, nästan mulliknande struktur. I allmänhet torde man kunna anslå råhumusens kvävehalt till omkring 1,8 å 1,9 %. En märkligt hög kvävehalt visar provet av mulljorden från det bästa, i avseende på arealen helt obetydliga barrblandbeståndet om 1,500 kbm å Jönåkers häradsallmänning. Humusens kvävehalt uppgår här till den mycket höga siffran av 7,7 %. Denna jord har vid lagring icke visat nitrifikation, den förtjänar otvivelaktigt en förnyad undersökning.

Orsaken till dessa här nämnda skillnader torde man helst böra söka i den olika förmultningshastigheten, ju snabbare och jämnare den försiggår, dess högre blir humusens kvävehalt, ju långsammare, dess lägre. Arida områden, där förmultningen av organiska ämnen går vida snabbare än i humida, ha en kväverikare humus än dessa senare (se t. ex. RAMANN 1911, sid. 163—164). En sak, som förtjänade att undersökas, vore att utreda, om mulljordarnas högre kvävehalt även vore att tillskriva en rikligare förekomst av kväveassimilerande organismer. Som ett litet observandum torde härvidlag förtjäna framhållas, att just Dalby hage visar sig ha en mycket kväverik humus. Marken är där kalkhaltig och möjligen finnas här betingelserna för *Asotobakter*, den kraftigast kväveassimilerande bakterien (se sid. 431).

De här nämnda värdena på humusens kvävehalt få emellertid icke utan vidare tagas som utgångspunkter för bedömande av markens kväveförråd. Denna bör naturligtvis angivas genom absoluta tal, hänförande sig till en viss yta och visst djup av marken. De härför erforderliga undersökningarna har jag emellertid ej ansett mig ha tid att i detta

sammanhang utföra. De äro, såsom vår skogsmark vanligen är beskaffad, mycket besvärliga att utföra, om man skall ernå något så när tillförlitliga och användbara siffror.

I tab. 7 finnas analyserna av jordprovens nitrathalt sammanställda. I denna tabell anges provens humushalt, beräknad som glödningsförlust, en bestämningsmetod, som för dessa vanligen kalkfattiga, men humusrika jordslag är fullt användbar. Vidare anges jordens kvävehalt, beräknad i procent av jordens torra vikt och i procent av dess humushalt. För de viktigaste resultaten i detta hänseende har redan redogjorts. Dessutom anges, och detta är det viktigaste, i tabellen jordprovens halt av salpeterkväve vid lagringstidens början och vid dess slut, vilket dels anges i mg pr kg jord, dels ock i procent av befintligt totalkväve. På grund av anstaltens flyttning till ny lokal hösten 1915 kunde en del jordprov icke tagas under behandling så snart de insamlats, utan ha måst förvaras i naturfuktigt tillstånd i glasburkar. Detta gör, att salpeterhalten vid början av försöken hos en del prov är tämligen hög. Icke utan vidare kan därför denna salpeterhalt anföras som den i marken ursprungligen befintliga, under förvaringen har alltid en del salpeter kunnat bildas. Särskilt gäller detta proven n:o 5, 13, 14, 15, 18, 19, 20, 21, 22 i tab. 7. Även vid de andra proven ha på grund av transportförhållandena, ringa utrymme å anstaltens gamla lokaler etc. proven ej genast kunnat tagas under behandling, vadan de först angivna salpeterhalterna i många fall ej kunna utan vidare anses som jordprovets ursprungliga salpeterhalt. Från min undersökningssynpunkt har detta emellertid mindre att betyda, då här närmast gällt att undersöka, om jordproven över huvud taget förmå bilda salpeter eller ej. I flera fall äro dock proven så snart undersökta efter sitt insamlande, att man har rätt anse, att de erhållna värdena verkligen motsvara jordens salpeterhalt vid den tid, proven togos. Detta gäller framför allt om proven n:o 5—12, 23—26, 36—48. De siffror, som uttrycka jordens salpeterhalt vid ett visst tillfälle, ha emellertid ett mer underordnat intresse, då detta värde så starkt påverkas av allehanda tillfälliga faktorer, såsom nederbörden, växternas salpeterförbrukning etc. (se närmare sid. 322). Betydligt större värde kan man däremot tillmäta de siffror, som ange jordprovens salpeterhalt efter en viss tids lagring. Dessa utgöra ett mera rent uttryck för jordprovens salpeterbildningsförmåga, i det att man här varken har att räkna med någon uttvättning eller med högre växters salpeterförbrukning, ej heller med några omständigheter, som gynna denitrifikationen. Emellertid befinna sig jordproven i dessa försök under optimibetingelser för nitrifikation, god tillgång på luft och fuktighet. De erhållna värdena torde därför överskrida de salpetermängder, som bildas

av samma jordprov i naturen, där framför allt fuktigheten, åtminstone tidvis, går långt under optimum. Jämför man emellertid inom varje försöksserie de olika jordproven med varandra, finner man vanligen en ganska vacker överensstämmelse mellan jordprovets slutliga salpeterhalt och växternas större eller mindre nitrathalt. Jordproven från alskogar och lunddälder ha i varje försöksserie visat sig höra till de mest salpeterproducerande, höga värden ernå också jordproven från utpräglad mulljord i ädla lövträdsbestånd, lägre värden i regel prov från lövängar och vanligen också från örtrika granskogar. Någon sträng överensstämmelse mellan analysresultaten och undersökningarna av växternas salpeterhalt finner man emellertid ej, avvikelser förekomma ej sällan. Särskilt hög salpeterhalt har t. ex. provet från den örtrika granskogen från Jön-åker ernått, ehuru växternas nitrathalt i de flesta fall var så låg, att den ej kunde påvisas. Denna brist i överensstämmelsen kan sökas i flera orsaker. Växternas nitrathalt kan påverkas av många andra faktorer än nitrattillgången i marken, såsom deras utvecklingsgrad, beskuggningen, temperaturen, fuktighetstillgången i marken etc.

Fråga kan nu vara, om den ringa behandling (bättre och jämnare sönderdelning, bättre tillgång på luft och fuktighet) som jordproven undergå vid lagringen, framkallat en nitrifikation, som ej förekommer i den mark, där proven äro tagna. När man redan hos växterna på platsen kan påvisa salpeter, kan ju denna fråga lugnt besvaras med nej, ty den salpeter, som finns hos örterna, härstammar från marken. Hos de växtsamhällen, där växterna ej ge reaktion för salpeter, har man ju ej detta kriterium, men att nitrifikation även där försiggår i marken, när jordproven nitrificera, anser jag av nedan anförda skäl som alldeles otvivelaktigt. För det första kan det negativa utslaget vid undersökning av växtens nitrathalt icke tilldelas något som helst bevisvärde. Ogräsväxter på åkrarna ge ju, som jag förut anført, ofta negativ nitratreaktion, oaktat jordproven nitrificera WINOGRADSKYS lösning eller vid lagring bilda nitrater. I det övervägande antalet fall, endast några få negativa resultat föreligga, ha prov från de jordar, som vid lagring bilda salpeter, förmått nitrificera en ammoniumsulfatlösning. Vidare har det visat sig, att de jordar, som vid lagring nitrificera tillhöra en och samma huvudtyp och att vegetationen tillhör en nitratoofil typ, medan när jordproven icke nitrificera vid lagring, såväl jorden som vegetationen tillhöra en helt annan typ. Den ringa behandling, som jordproven undergå före och vid lagring, är av så litet inflytande på dess struktur och egenskaper, att den omöjligt kunnat framkalla en i marken ej förefintlig nitrifikation. Hos de växtsamhällen, där jordproven vid lagring bilda nitrater, oaktat växterna ej ge nitratreaktion, är det enligt min uppfattning endast fråga

om en mer eller mindre riklig tillgång på salpeter och om en olika salpeterhushållning, ej en fråga om en väsentlig olikhet gent emot de andra växtsamhällena med salpeterbildande mark.

Helt annat är förhållandet, där salpeter ej eller endast i ringa grad bildas vid lagring. De prov, som det här gäller, representera en helt annan marktyp, nämligen den utpräglade podsoltypen med råhumus. Ehuru dessa prov genomgå alldeles samma behandling som de övriga, förekommer endast en minimal salpeterbildning, nästan liggande inom metodens försöksfel. Beräknas det bildade nitratkvävet i procent av totalkvävet, erhålles en mycket låg siffra (se tab. 7). Här kan ej heller påvisas salpeterbildande bakterier, lika litet som en nitrathalt hos växterna. Genom lagringsmetoden kan man sålunda påvisa väsentliga skilljaktigheter mellan kvävet omsättningsmöjligheter hos olika jordmåner, och dessa skillnader överensstämmer med lika väsentliga skillnader i avseende på den växtlighet, som utmärker dessa jordmåner.

KAP. XII. Salpeterbildningens roll för skogens växtlighet.

Endast mera sällan kan man påvisa salpeter hos trädartade växter. Vid mina undersökningar har detta endast någon gång lyckats hos sådana arter som alm (*Ulmus montana*), hassel (*Corylus avellana*), ask (*Fraxinus excelsior*) samt krusbär (*Ribes grossularia*), måbär (*Ribes alpinum*) och benved (*Evonymus europæus*). Det vore tydligen alldeles förhastat att av de negativa resultaten draga den slutsatsen, att salpeter ej skulle upptagas av träden. Hos de örtartade växterna har jag ofta funnit den största salpeterhalten vid nodi, vid bladbasernas fästpunkter och dylikt. Hos träden äro dessa ställen mer eller mindre förvedade och denna förvedning kan mycket väl hindra reaktionen mellan salpeter och difenylamin (se närmare sid. 324). Vidare kunna träden höra till sådana växter, som förbruka salpeter, allt efter som den upptages. Även på mycket salpeterrik mark, t. ex. kompostjord, fann SCHIMPER (1890) en ringa salpeterhalt hos unga exemplar av hästkastanje och en lönnart och troligt är, att även andra träd förhålla sig på samma sätt. Nitrifikationens roll för träden kan därför utan experiment endast på indirekt väg studeras.

Med hänsyn till våra vanliga kulturväxter har man ofta ett ganska rikt material av experiment och gödslingsförsök att stöda sig på för att avgöra, vilka kväveföreningar de helst upptaga. Dylika undersökningar saknas icke helt på skogsbrukets område, men av nära till hands liggande skäl kunna sådana försök endast omfatta en kortare period av trädets liv. Då det icke är alldeles uteslutet utan som jag i nästa avhandling kommer att visa, ganska sannolikt, att det med hänsyn till kvävebehovet förefinnes en skillnad mellan unga trädplantor och äldre, fullt ut-

vuxna träd, ha dessa undersökningar ej samma värde för denna studie som för diskussionen om trädens föryngringsfysiologi.

För att bedöma beståndets d. v. s. de mera utvuxna trädens kvävebehov har man därför än så länge endast en mera indirekt väg att följa, nämligen att undersöka, om utvecklingen och tillväxten förlöpa hastigare på mark med eller utan nitrifikation. Det ligger i sakens natur, att denna väg ej kan lämna ett i vetenskapligt hänseende så strängt svar på frågan som ett verkligt fysiologiskt experiment. Marker med och utan nitrifikation skilja sig vanligen från varandra även i andra avseenden än med hänsyn till kvävet omsättning. Framförallt ha vi sett, att de salpeterbildande jordarna vanligen äro rikare på näringssalter eller elektrolyter i ytlagren än de icke nitrifierande, och denna faktor måste även kunna gynnsamt inverka på trädens tillväxt. Med all reservation på grund av dessa svårigheter skall jag härnedan genom att jämföra bestånd på olika slags marker söka belysa denna fråga närmare.

Det torde icke ligga någon överdrift i det påståendet, att samtliga trädslag visa sin högsta tillväxt på god mulljord. Mulljorden har från beståndsskötselns synpunkt endast en nackdel, nämligen att vissa träd, t. ex. tallen gärna bli kvistiga och grovgreniga. Då efter vad denna undersökning visat, kvävet i mulden normalt överföres till salpetersyra, har man sålunda all anledning anse, att salpetern måste vara en god kvävekälla för träden, alldeles som förhållandet är med de flesta högre gröna växter. Dock visa tydligen olika träd i detta avseende en mycket olika grad av känslighet.

De träd, som äro mest beroende för sin normala utveckling av jordens mulltillstånd, torde ock vara mera utpräglat nitratofila än de, som även förete en mycket god utveckling på mera godartad råhumus. Till de mera nitratofila böra vi därför räkna sådana träd som bok, ek, alm, lind, ask och dylika. Några av dessa, t. ex. bok och ek, ha varit föremål för experimentella studier av ALBERT och MÖLLER (1916). Deras försök ha ej lämnat några mer otvetydiga resultat, men kunna med hänsyn till bok och ek sammanfattas på så sätt, att chilesalpetern är som kvävekälla underlägsen kalksalpetern, vilken senare överträffar ammoniumsulfat. Bästa resultatet ha de dock erhållit med råhumus, i synnerhet visade sig eken synnerligen tacksam för en råhumusgödsling. Som jag i nästa avhandling kommer att visa, har den behandling, som de underkastat sina råhumusprov, med all sannolikhet medfört en nitrifikation. Även om man t. o. m. kan skada plantorna genom en nitratgödsling, är dock en salpetertillförsel ur humus den bästa kvävenäringen. Det är, som förut framhållits, en stor skillnad mellan en nitratgödsling och salpeter-tillförseln från en humusjord. Den förra har benägenhet att framkalla en

alkalisk reaktion hos jorden, som kan vara skadlig, ehuru salpetern såsom sådan är en utmärkt kvävekälla. Ett exempel härpå finna vi i P. E. MÜLLERS och WEIS' (1906) undersökningar och experiment med bokplantor. De unga bokplantorna utvecklade sig bäst i en humusjord, som genom kalkning bragts i nitrifikation. Den sakta flödande salpetertillförseln var för dem den bästa kvävekällan. Ett icke fullt så gott resultat gav användning av enbart chilesalpeter. Vattnades bokplantorna i den nitrificerande humusjorden med en svag lösning av chilesalpeter, blev kvävetillförseln för livlig och plantorna fingo ett mindre sunt utseende. Dessa experiment visa hur man genom gödslingsförsök med de vanliga mineraliska kväveföreningarna ej kan undersöka trädens kvävebehov. En nitrificerande humus erbjuder träden så helt andra betingelser än en mineralgödsling, att man ej utan vidare kan överföra resultaten av dylika försök på förhållandena i naturen. Ett ytterligare exempel härpå erbjuda alskogarna. HILTNER visade (1896), som förut omnämnts, genom experiment, att alens rotknölsbildning hämmas om försöksplantorna uppdragas i en salpeterhaltig lösning. Alskogarna höra dock till de växtsamhällen, där nitrifikationen i marken är som allra livligast, och ändock bruka alrötterna vara synnerligen rikligt försedda med knölar. Men aljorden reagerar surt, medan det är mycket möjligt, att Hiltner vid sina försök genom användandet av kalisalpeter åstadkom en alkaliskt reagerande näringslösning.

Barrträden, gran och tall, växa, som vi veta, synnerligen bra på något råhumusartad, ej nitrifierande mark, och vi träffa på dem de mest vackra och virkesrika bestånd, såsom i Jönåkers häradsallmänning i Södermanland. Som förut omtalats, försiggår i dessa marker ingen nitrifikation, och barrträden få där på sin höjd åtnöja sig med ammoniak. Men även vad dessa träd beträffar, synes salpetern vara en ännu lämpligare kvävekälla. Våra örtrika granskogar höra till de mest produktiva. Undantagas några bestånd i Skåne och Halland, som äro uppdragna ur frö av tyskt ursprung, representeras de av skogsavdelningens granprovytor, som tillhöra den högsta växtlighetsklassen av örtrika typer. De bästa provytorna äro nämligen belägna på Omberg, på hyperitmorän vid Mölnbacka i Värmland och i Kinneskogen i Västergötland. Till högsta växtlighetsklassen hör ock det närmare undersökta vackra granbeståndet vid Ålgölskvarn i Södermanland. Av dessa äro de två första och det sistnämnda beståndet närmare undersökta, i alla tre omsättes humuskvävet till salpeter. Den örtrika granskogen å krpk. Undrom i Jämtland hör ock till de vackraste av skogsavdelningens provytor i denna del av landet. De örtrika granskogarna i Norrland torde ock i regel med hänsyn till växtligheten överträffa övriga skogstyper. Går man igenom skogsavdelningens granprovytor, finner man sålunda, att de, som visa den högsta produktionen, stå på

sådan mark, där kvävet nitrifieras. Även försöken på de danska ljunghedarna visa en större växtlighet hos granen på nitrifierande mark (MÜLLER och HELMS 1913).

Mera oklar är i vårt land frågan om tallens ställning till salpetern. De örtrika tallbestånden på Gotland förete ingen högre grad av växtlighet, framförallt är skogen ganska kort och träden grovgreniga (se fig. 15). Det vore emellertid ytterligt förhastat, om man ville anse, att den nitrifikation, som förekommer i dessa marker, skulle vara orsaken härtil, man har här sannolikt att göra med en mångfald ogynnsamma faktorer, härrörande av såväl klimatet som den föregående beståndsskötseln. Erfarenheten från de nordtyska skogarna visar nämligen, att även tallen företer sin högsta grad av växtlighet på sådan mark, där kvävet nitrifieras. VOGEL VON FALCKENSTEIN (1913) har undersökt nitrifikationen i en del tyska skogsjordar. Han fann, att det förekommer en rätt livlig salpeterbildning i sådana bestånd av de nordtyska tallskogarna, där det finnes en undervegetation av bok. Han uppskattar på grund av sina försök salpeterbildningen till ett så pass högt belopp, att tallens kvävebehov därigenom fullständigt täckes. Han finner också, att markens bonitet stiger med kvävet omsättning till nitrater och hans resultat äga för denna diskussion ett alldeles särskilt intresse. Han undersökte i mineralogiskt hänseende mycket likformiga jordar, nämligen flygsandsdyner (VOGEL VON FALCKENSTEIN 1911), som på grund av olika beståndsbehandling hade en växlande halt av kväve och humus. Ehuru markerna i mineralogiskt hänseende äro synnerligen näringsfattiga, växa dock där mycket vackra tallskogar, men tallskogens växtlighet beror av markens förmåga att bilda nitrater. De bästa markerna bilda de största nitratmängderna. Då de olika markerna i mineralogiskt hänseende äro likvärdiga, framträder salpeterbildningens roll för skogen så mycket klarare.

Den erfarenhet, som föreligger på detta område, visar sålunda, att samtliga träd växa bäst på sådan mark, där kvävet nitrifieras, och att vid en jämförelse mellan i mineralogiskt och fysikaliskt hänseende likformiga marker boniteten stiger med markens förmåga att bilda salpeter.

På grund av klimatets beskaffenhet och markens kalkfattigdom bildas helst i våra skogar icke nitrificerande råhumusformer. Fråga är emellertid, om ej vår skogsskötsel mången gång kan länkas i en sådan riktning, att vi kunna framalstra salpeterbildande humusformer. Vad som då närmast är att tänka på är den roll, som en inblandning av lövträd i våra barrskogsbestånd kan spela för humuskvävets nitrifikation. Endast tvenne sådana bestånd ha av mig hittills undersökts, båda belägna i Norrland och uppkomna efter brand. I det ena visade sig en liten tendens till sal-

peterbildning, i det andra var nitrifikationen lika svag som i de rena granbestånden (se tab. 7 n:r 63 och 64). Det är emellertid mycket möjligt, att under andra, mera gynnsamma klimatbetingelser inblandningen av lövträd kan ha en kraftigare effekt.

Emellertid är det tydligt och klart, att vi med våra barrträd, tall och gran, kunna uppnå synnerligen vackra produktionsresultat även på sådana marker, där humuskvävet ej överföres till salpetersyra. Härpå lämna bestånden i Björkviks sn, Jönåkers häradsallmänning, ett mycket belysande exempel. Men även när kvävet icke nitrifieras, finnas stora skilligheter i dess tillgänglighet. Troligen rör det sig därvidlag om en större eller mindre lätthet att avspjälka assimilerbar ammoniak. De peptonspaltningförsök, som utförts med jordprov, tala härför. Särskilt anmärkningsvärt är i detta hänseende, att de mera luckra, men icke nitrifierande råhumusformerna visa kraftigare ammoniakavspjälkning i en peptonlösning än de mera sega, torvartade. De förra äro ju ock gynnsammare för skogen än de senare. Visserligen har jag ej alltid funnit en parallellism mellan ammoniakavspjälkningen och skogens växtlighet, särskilt ett av Jönåkersbestånden (se tab. 1 n:r 33) bildar ett rätt märkligt undantag, men i regel gå dock utslagen i den riktningen, att i de växtligare bestånden marken visar en större ammoniakavspaltningförmåga än i de mindre växtliga.

I Jönåkersbestånden är produktionsskillnaden ej synnerligen stor mellan bestånden på salpeterbildande och icke salpeterbildande mark, markbetäckningen företer mera påfallande olikheter. Detta skulle man kunna förklara på så sätt, att de örtartade markbetäckningsväxterna äro mera känsliga för den form, vari kvävet erbjudes än barrträden. Den mossrika granskogen åter äger en mycket enformig markbetäckning, även bestånd, som förete väsentliga olikheter i produktionen, kunna ha en mycket likartad markbetäckning. Möjligen är förklaringen till denna företeelse att söka däruti, att barrträden äro mera känsliga för om kvävet tillföres som ammoniak eller organiska kväveföreningar än de för den mossrika barrskogen karaktäristiska markbetäckningsväxterna. På detta sätt skulle man möjligen kunna förklara, varför markbetäckningen kan bestå av samma slags arter på mark med en relativt godartad humus och på en sådan med ett mera segt, nästan torvartat råhumustäcke. Undersökningar av detta slag äro tydligen av nöden, om man skall lyckas upplura det ingalunda enkla sambandet mellan markbetäckningens beskaffenhet och skogens produktionsförmåga.

Det torde vara tämligen tydligt för varje mer klarseende skogsman, att ju mer vår skogsskötsel utvecklas i rationell riktning, dess större uppmärksamhet måste vi ägna åt marken och hur de i marken försiggående

processerna influeras av vår beståndsskötsel. Marken är ett driftskapital, vars säkra avkastning på intet sätt får nedsättas eller äventyras utan ständigt måste hållas så högt som möjligt. Då klimat och markförhållandena äro annorlunda hos oss än i andra länder, där dessa frågor mera studerats, kunna vi endast bygga på vår egen erfarenhet. Att här föreligger ett stort och viktigt forskningsområde torde vara ganska tydligt. En säkrare kunskap på hithörande område bör ock vara ägnat att ge en fastare basis för våra skogsvårdsåtgärder, vi böra kunna få ett klarare begrepp om varför vissa åtgärder äro skadliga, andra däremot nyttiga. I nästa avhandling skall jag sålunda söka visa, hur man genom studier över kvävet omsättning kan få ett fastare grepp på ett så viktigt kapitel som våra skogars förnyring.

Till slut torde det vara lämpligt att i några kortare punkter sammanfatta huvudresultatet av föreliggande undersökning.

Kvävet överföres till salpetersyra i flera olika naturliga jordmåner.

Det är karaktäristiskt för de salpeterbildande jordmånerna, att humusbildningen försiggår under inflytande av elektrolyter eller lösliga salter.

Denna form av humusbildning åstadkommes antingen genom maskar och insekter, som blanda humuspartiklarna med mineraljorden, eller genom tillströmmande, elektrolytförande vatten.

Den humusbildning, som äger rum på mark med ett starkt bortförande av markens lösliga salter eller elektrolyter ger upphov till humusformer, där kvävet icke överföres till salpeter.

På grund av sitt bildningssätt bliva mulljordarna nitrifierande, råhumusjordarna icke nitrifierande.

I många växtsamhällen äger en så livlig nitrifikation rum, att nitrater anhopas hos markbetäckningsväxterna. Hit höra de mer slutna bestånden av ädla lövträd, såsom skogar av bok, ek, alm och ask, alskogar och lunddälder och över huvud taget växtsamhällen på mark, som genomspolas av starkt rinnande vatten. Även i den högsta fjällregionen visa sig växter på dylik mark starkt nitrathaltiga.

I lövängar och örtrika gransskogar överföres kvävet till salpeter. Någon anhopning av nitrater har dock mera sällan iakttagits i markbetäckningsväxterna.

Koloniartade växtsamhällen å blottad mineraljord bestå ofta

av utpräglat nitratofila växtformer, som upphopa salpeter i sina vävnader. I klippsamhällen sker ofta en nitrifikation, likaledes i torvmarker med starkt rörligt vatten. I utdikade torvmarker inträder ofta en livlig salpeterbildning.

I mossrika och lavrika barrskogssamhällen omföres ej kvävet till nitrat. Nedbrytningen av de organiska kväveföreningarna stannar vid bildningen av ammoniak. Även i de mest växtkraftiga, mossrika barrblandsbestånden iakttages ej eller också en ytterligt svag nitrifikation.

De nitrificerande jordarna ha ofta sur reaktion. De kunna ofta endast långsamt nitrificera en ammoniumsulfatlösning av för nitrifikation lämplig sammansättning, ehuru de vid lagring kunna bilda betydande mängder salpeterkväve. De äga vanligen en mera kväverik humus än de icke nitrificerande jordarna, visa vanligen större ammoniakavspaltningensförmåga. Denitrifikanter äro allmänt utbredda.

Nitrificerande, naturliga jordar kunna vid lagring bilda lika stora eller större mängder salpeterkväve än ordinär åkerjord.

Nitrifikationen influeras mycket starkt av de jordmånsbildande processerna, sålunda också av klimatet. Då nitrifikationen har ett stort inflytande på växtsamhällets sammansättning, komma de jordmånsbildande faktorerna att få ett viktigt och i många fall avgörande inflytande på växtsamhällenas uppträdande och fördelning.

Markens kalkhalt befordrar nitrifikationen. I norra Sveriges starkt humida klimat visar sig emellertid kalkens inverkan på vegetationen ofta icke där den anstår, men väl där dit den föres av vattnet.

Samtliga skogsträd förete större växtlighet på mark, där kvävet nitrificeras, än på sådan, där det icke nitrificeras.

Det finnes utsikter till att genom en ordnad beståndsskötsel framkalla salpeterbildning även i en sådan mark, där denna process eljes ej skulle inträda. Härigenom bör produktionen väsentligen kunna höjas.

Även på mark, där salpeter ej bildas, kunna vi erhålla mycket vackra produktionsresultat med tall och gran. Dessa barrträds tillväxt synes då vara beroende av den livlighet, varmed ammoniak avspjälkas ur humustäckets organiska kväveföreningar. Även i detta fall har med all sannolikhet vår beståndsskötsel ett inflytande på de i marken försiggående processerna.

DETALJUNDERSÖKNINGAR.

STÅNDORTSANTECKNINGAR, NITRATUNDERSÖKNINGAR.

I. Bokskogar.

Bokskog. Skåne. Röstånga sn. Skäralid. Sluttningen av Söderåsen mot slätten kring Skäralids järnvägsstation. Ståndortsant. $21/5$, nitratundersökningar $20/5$ och $21/5$ 1915.

Ståndortsanteckning.¹

Träd y.

Fagus silvatica, bildar ett synnerligen vackert, väl slutet bestånd.

Örter och gräs r.-y.

Anemone nemorosa r.-y., bildar en egen facies i markbetäckningen.

Asperula odorata r.-y., bildar en egen, från *Anemone nemorosa* skild facies i markbetäckningen.

Dentaria bulbifera r.-flv. y., huvudsakligen i *Anemone*-facies.

Viola riviniana str., flv.-y., huvudsakligen i *Anemone*-facies.

Viola silvestris spr.-str. i *Anemone*-facies.

Galeobdolon luteum str. i båda facies.

Oxalis acetosella str. i båda facies.

*Stellaria nemorum** *glochidosperma* flv. y. i *Anemone*-facies.

Ranunculus ficaria enst., flv. y. i *Anemone*-facies.

Anemone hepatica spr. i *Asperula*-facies.

Anemone ranunculoides spr. i *Anemone*-facies.

Anthriscus silvestris enst. i *Anemone*-facies.

Corydalis fabacea enst. i *Anemone*-facies.

Taraxacum officinale enst. i *Anemone*-facies.

Arenaria trinervia spr.

Melica uniflora spr., flv. y.

Milium effusum spr., flv. y.

Rubus idæus spr., flv. y.

Veronica officinalis flv. y.

Galium aparine enst. i kanterna.

Lampsana communis enst.

Ranunculus repens enst.

De båda olika facies, *Anemone*- och *Asperula*-facies, ej strängt skilda utan sammanflyta delvis med varandra.

¹ Då en användning av den moderna, enligt Wiener-reglerna gällande nomenklaturen sannolikt skulle förorsaka de läsare, som icke äro botanister ex professo, åtskilliga missförstånd, har jag i regel för vanligare växter bibehållit hittills brukliga namn.

Undersökning av växternas nitrathalt.

Skarp reaktion:

Corydalis fabacea (i några individ), *Stellaria nemorum* (i några individ, i sht. de grövre), *Galeobdolon luteum* (i en del individ), *Asperula orodatta* (i nedre delen av skotten), *Rubus idæus*.

Tydlig reaktion:

Arenaria trinervia (i en del individ), *Dentaria bulbifera*, *Oxalis acetosella*, *Viola riviniana*, *V. silvestris*.

Ingen reaktion:

Melica uniflora, *Milium effusum*.

I bokskogarna kring Skäralid och Röstånga undersöktes ett större antal växter i avseende på salpeterhalten.

Skarp reaktion:

Arenaria trinervia, *Lactuca muralis*, *Rubus idæus*, *Stellaria holostea*, *S. nemorum*.

Tydlig reaktion:

Dentaria bulbifera, *Luzula pilosa*, *Oxalis acetosella*, *Viola riviniana*, *V. silvestris*.

Ingen reaktion:

Anemone nemorosa, *Dactylis glomerata*, *Orobis tuberosus*, *Veronica chamædrys*, *V. officinalis*.

Bakteriekultur. Jordprov nitrificera endast svagt en ammoniumsulfatlösning, salpeterbuljong och GILTAYS lösning denitrifieras inom loppet av några dagar under utv. av gasblåsor (se nr 23 tab. 6).

Lagringssprov. Jordens förmåga att vid lagring bilda salpeter är ej närmare undersökt.

Jordmån. Bokskogarna kring Skäralid och Röstånga ha en utpräglad mulljord.

Bokskog. Halland. Voxtorps sn. Krpk. Vallåsen, Prästtorpshultet. Bokskogsparti med utpräglad mulljord. Ståndortsant. och nitratundersökning ²⁹/₅ 1916.

Ståndortsanteckning.

Träd y.

Fagus silvatica, tämligen vidgreniga individ bilda ett slutet bestånd, som väl beskuggar marken.

Örter och gräs spr.-flv. y.

Oxalis acetosella flv. y.

Aira flexuosa e.

Polypodium dryopteris flv. r.

Arenaria trinervia e.

Lactuca muralis spr.

Luzula pilosa e.

Veronica officinalis e.

Mossor saknas, marken betäckes med ett multnande lövlager.

Undersökning av växternas nitrathalt.

Skarp reaktion:

Lactuca muralis, flera av individen, men ej alla.

Ingen reaktion:

Luzula pilosa, *Oxalis acetosella*, *Polypodium dryopteris*, *Veronica officinalis*.

Bakteriekultur. Jordprov nitrificera ganska kraftigt en ammoniumsulfatlösning, GILTAVS lösning denitrificeras inom loppet av några dagar (se n:r 8 tab. 6).

Lagringssprov. Vid lagring i Erlenmeyer-kolv bilda jordprov från denna lokal betydande mängder salpeter. Vid ett försök höjdes nitrathalten från 50 mg till 120 mg salpeterkväve pr kg jord, i ett annat försök på tre månader ökades nitrathalten från 25 till 63 mg salpeterkväve pr kg jord (se tab. 7 nr 4 och 6).

Jordmån. Utpräglad mulljord, det omgivande beståndet har dock en mera råhumusartad humus.

II. Blandbestånd av ädla lövträd.

Slutet blandbestånd av ädla lövträd. Skåne, Röstånga, invid vägen Röstånga—Skäralid, nära Nackarps dal. Ståndortsanteckning ²³/₅ 1915, nitratundersökningar ¹⁹/₅, ²⁰/₅ och ²³/₅ 1915.

Ståndortsanteckning.

Träd str.-r.

Carpinus betulus str.

Fagus silvatica spr.

Quercus robur str.

Buskar:

Corylus avellana str.

Pyrus malus e.

Evonymus europæa e., litet ex.

Sorbus aucuparia spr.

Prunus padus str.

Viburnum opulus e.

Gräs och örter r.-y.

Rikliga-ymniga:

Anemone nemorosa

Mercurialis perennis (flv. r.)

Melampyrum silvaticum

Strödda:

Anemone hepatica

Convallaria majalis

Anthriscus silvestris

Oxalis acetosella

Veronica chamædrys

Spridda:

Adoxa moschatellina

Poa nemoralis

Clinopodium vulgare

Pulmonaria officinalis

Geum rivale

Ranunculus auricomus

» *urbanum*

» *ficaria*

Fragaria vesca

Rubus saxatilis

Hieracium sp.

Taraxacum officinale

Majanthemum bifolium
Melica nutans
Orobis tuberosus

Thalictrum aquilegifolium
Trollius europæus
Vicia sepium
Viola riviniana

Enstaka:

Arenaria trinervia
Dactylis glomerata
Galium aparine
 » *boreale*
Heracleum sibiricum
Lactuca muralis

Myosotis silvatica
Polygonatum verticillatum
Ranunculus polyanthemus
Rumex acetosa
Scorzonera humilis
Urtica dioica

Mossor e.-spr.

Hypnum striatum

Isohecia viviparum

Undersökning av växternas nitrathalt.

Skarp reaktion:

Anthriscus silvestris, *Geum rivale*, *G. urbanum*, *Heracleum sibiricum*, *Lactuca muralis*, *Pulmonaria officinalis*, *Primula officinalis*, *Rubus saxatilis*, *Solidago virgaurea*, *Urtica dioica*, *Viola riviniana*.

Tydlig reaktion:

Adoxa moschatellina, *Arenaria trinervia*, *Clinopodium vulgare*, *Fragaria vesca*, *Mercurialis perennis*, *Polygonatum verticillatum*, *Thalictrum aquilegifolium*.

I några individ reaktion:

Dactylis glomerata, *Taraxacum officinale*.

Intet undersökt individ visar reaktion:

Aegopodium podagraria, *Anemone hepatica*, *Anemone nemorosa*, *Convallaria majalis*, *Galium aparine*, *Melampyrum silvaticum*, *Myosotis silvatica*, *Oxalis acetosella*, *Poa nemoralis*, *Ranunculus ficaria*, *Veronica chamædrys*.

Växtsamhällen av med detta samhälle överensstämmande typ förekomma flerstädes kring Röstänga och Skärålid, ofta av kulturen mer eller mindre förändrade. Ofta iakttages hos växter från dylika formationer en hög salpeterhalt, såsom hos *Arenaria trinervia*, *Cardamine impatiens*, *Glechoma hederacea*, *Chelidonium majus*, *Rubus idæus*, *Stachys silvatica*, *Aegopodium podagraria*, *Stellaria nemorum*, *Ranunculus ficaria*. Mera svag reaktion har iakttagits hos *Melica nutans*, *Milium effusum*, *Geranium robertianum*, *Galeobdolon luteum*, *Luzula pilosa*. Ingen reaktion hos *Anemone nemorosa*, *A. hepatica*, *Convallaria majalis*, *Hypochaeris radicata*, *Scorzonera humilis*.

Bakterieundersökning. Jordprov nitrificera, om än mycket långsamt, en ammoniumsulfatlösning.

Lagringsprov. Jordprov bilda vid lagring betydande mängder salpeter, under fem månader ökades salpeterhalten hos ett prov från 8 mg till 200 mg salpeterkväve pr kg jord (se närmare tab. 7 nr 8).

Jordmån. Utpräglad mulljord på sand.

Slutet blandbestånd av ädla lövträd. Skåne. Röstånga sn. Utmed vägen Röstånga—Skäralid nära Uggleröd. Diabaskulle. Ståndortsanteckning $^{23}/_5$; nitratundersökningar $^{19}/_5$, $^{20}/_5$ och $^{23}/_5$ 1915.

Ståndortsanteckning.

Träd:

Carpinus betulus r.
Fagus silvatica str.

Quercus robur str.
Tilia cordata e.
Ulmus montana e.

Buskar spr.

Corylus avellana spr.

Rubus idæus enst.

Gräs och örter r.-y.

Rikliga-ymniga:

Anemone nemorosa r.-y.
Convallaria majalis flv. r.
Dentaria bulbifera spr.-flv. r.

Melica uniflora flv. r.
Mercurialis perennis flv. r.

Strödda:

Anemone hepatica
» *ranunculoides*

Pulmonaria officinalis

Spridda:

Aegopodium podagraria
Campanula trachelium
Carex digitata
Orobis vernus
Poa nemoralis

Ranunculus auricomus
» *ficaria*
Rubus saxatilis
Viola riviniana

Enstaka:

Orobis tuberosus
Primula officinalis

Scrophularia nodosa
Solidago virgaurea
Vicia sepium

Markbetäckningen utgöres till övervägande del av ett tunt täcke multnande löv av bok och avenbok. Mossor saknas nästan, finnas endast å några smärre fläckar och grövre trädrötter.

Högskogsskiktet bildas av ek, avenbok och bok, men ett tydligt lågskogsskikt finnes, bildat av bok, avenbok, alm och lind jämte hassel. Närmare vägen, där lågskogsskiktet är mindre tätt, är ört- och gräsfloran rikligare, isynnerhet spelar *Melica uniflora* en viktig roll.

Undersökning av växternas nitrathalt.

Skarp reaktion:

Campanula trachelium, *Dentaria bulbifera*, *Rubus saxatilis*, *Pulmonaria officinalis*, *Rubus idæus*.

Tydlig reaktion:

Melica uniflora, *Mercurialis perennis*, *Primula officinalis*, *Ranunculus auricomus* (stort individ).

Ingen reaktion:

Aegopodium podagraria, *Orobus vernus*, *Orobus tuberosus*, *Vicia sepium*.

Bakterieundersökning. Jordprov nitrificera mycket långsamt en ammoniumsulfatlösning.

Lagringssprov. Vid lagring i Erlenmeyer-kolv bildas betydande mängder salpeter. Vid ett försök steg under fem månader halten salpeterkväve från 16 till 120 mg salpeterkväve pr kg jord (se tab. 7 nr 7).

Jordmån. Marken utgöres av en mullblandad vittringsjord av diabas, till färgen svartbrun, så småningom övergående i underliggande, klart rostbruna skikt.

Ekskog. Uppland. Djursholm. Skogsparti, tämligen oberört av kulturen, intill stranden av Svalnäs-viken. Bild se fig. 2.

Nitratundersökningar $^{26/5}$ 1916, ståndortsanteckning $^{23/9}$ 1916.

Beståndsbeskrivning.

Ekskogsbeståndet består av gamla kraftiga ekar med vida kronor, som åtminstone fläckvis beskugga marken ganska väl. Underväxt av buskar endast i beståndskanterna. Markvegetationen växlar ganska starkt allt efter beskuggningsgraden och den av ekarnas bladavfall påverkade mullbildningen. Där beskuggningen är starkare, har markbetäckningen lundkaraktär. Närmast omkring ekstammarna och under ekkronorna förhärskar i markbetäckningen *Convallaria majalis*, som kan bilda ganska täta och rena mattor, utåt kransade av en bård *Geum urbanum*. Som exempel på markvegetationens växlingar nämnas här nedan tvenne anteckningar från smärre fläckar, av vilka den ena har mera lund-, den andra mera ängskaraktär.

Mindre parti med lundkaraktär.

Buskar spr.

Ribes alpinum

Rosa spp.

Rhamnus cathartica

Gräs och örter y.

Dactylis glomerata r.

Glechoma hederacea spr.

Geum urbanum str.-r.

Agrostis vulgaris »

» *rivale* str.

Trifolium flexuosum »

Anthriscus silvestris spr.

Aira cæspitosa enst.

Allium oleraceum »

Ranunculus acris »

Alchemilla vulgaris »

» *repens* »

Geranium silvaticum »

Viola riviniana »

Marken betäckes med multnande löv och andra växtrester.

Mindre parti med ängsnatur.

Buskar spr.

Sorbus aucuparia

Juniperus communis

Ris e.

Myrtilus nigra.

Gräs och örter y.

Trifolium flexuosum r.

Agrostis vulgaris str.

Dactylis glomerata »

Aira flexuosa »

Briza media spr.

Orobis tuberosus »

Phleum boeheimeri »

Ranunculus acris spr.

» *polyanthemus* e.

Campanula persicifolia »

» *rotundifolia* »

Phleum pratense »

Spiraea filipendula »

Viola canina »

I markbetäckningen ingå rikligt med mossor, såsom *Hylocomium proliferum*, *triquetrum* och *squarrosum*, *Astrophyllum cuspidatum* etc.

Undersökning av växternas nitrathalt.

Skarp reaktion:

Anthriscus silvestris, *Geum urbanum*, *G. rivale*, *Taraxacum officinale*, *Viola hirta*.

Tydlig reaktion:

Convallaria majalis, *Geranium silvaticum*.

Ingen reaktion:

Allium oleraceum, *Dactylis glomerata*, *Primula veris*, *Rubus saxatilis*, *Viola riviniana*.

Lagingsprov. Prov togos från trenne platser, nämligen från ett *Convallaria majalis*-bestånd, från ett lundparti och från ett öppet parti. Proven lagrades under tretton veckor i Erlenmeyer-kolv. Det första provet ökade halten salpeterkväve från 7 mg till 32 mg, det andra från 25 mg till 75 mg och det tredje från 4 mg till 75 mg, allt beräknat pr kg jord (se tab. 7 nr 43—45).

Jordmån. Tämligen utpräglad mulljord med en antydning till blekjord.

Almskog. Skåne. Dalby sn. Dalby hage. Ståtlig lövskog av ädla lövträd å silurmorän, almskog med insprängd ek. Ståndortsanteckning och nitratundersökning ^{25/5} 1915.

Ståndortsanteckning.

Träd r.

Ulmus montana r.

Quercus robur spr.-str.

Buskar och lägre träd r.

Ulmus montana str.-r.

Corylus avellana str.

Crataegus oxyacantha str.

Fraxinus excelsior spr.

Örter y.

Ymnig:

Mercurialis perennis, karaktärsgivande.

Rikliga:

<i>Corydalis cava</i>	<i>Ranunculus ficaria</i>
<i>Galium aparine</i>	<i>Veronica hederifolia</i>

Strödda-rikliga:

<i>Adoxa moschatellina</i>	<i>Anemone nemorosa</i>
----------------------------	-------------------------

Strödda:

<i>Aegopodium podagraria</i>	<i>Ranunculus auricomus</i>
<i>Anemone ranunculoides</i>	<i>Stachys silvatica</i>
<i>Anthriscus silvestris</i>	<i>Urtica dioica</i>
<i>Geum urbanum</i>	

Spridda:

<i>Gagea lutea</i>	<i>Taraxacum officinale</i>
<i>Poa</i> sp.	

Markbetäckningen utgöres till väsentlig del av ett tunt, snart multnande lövlager, fläckvis tunt mosstäckte av *Hypnum striatum*.

Undersökning av växternas nitrathalt.**Skarp reaktion:**

Corydalis cava (ett flertal, ej alla individ), *Geum urbanum*, *Stachys silvatica*, *Urtica dioica*, *Veronica hederifolia*.

Tydlig reaktion:

Adoxa moschatellina, *Anthriscus silvestris*, *Galium aparine*.

Ingen reaktion:

Aegopodium podagraria, *Ranunculus auricomus*, *Taraxacum officinale*.

Trädartade växters reaktion:

<i>Ulmus montana</i>	skarp reaktion
<i>Corylus avellana</i>	tydl. »
<i>Fraxinus excelsior</i>	ingen »
<i>Lonicera xylosteum</i> ¹	» »
<i>Acer platanoides</i> ¹	» »

För övrigt undersöktes ett antal växter från andra delar av Dalby hage, än där ståndortsanteckningen gjordes.

Tydlig eller skarp reaktion:

Campanula trachelium, *Carex silvatica*, *Circæa lutetiana*, *Galeobdolon luteum*, *Geum rivale*, *Stellaria nemorum* **glochidosperma*, *Melandrium silvestre*, *Oxalis acetosella*, *Rumex sanguineus*, *Spiræa ulmaria*, *Viola mirabilis*.

Ingen reaktion:

Alchemilla vulgaris, *Bellis perennis*, *Campanula latifolia*, *Chærophylloides temulum*, *Dactylis glomerata*, *Paris quadrifolia*, *Pulmonaria officinalis*, *Ranunculus auricomus*, *Veronica chamædrys*, *Vicia sepium*.

Bakterieundersökning. Jordprov nitrificera långsamt en ammoniumsulfatlösning. Salpeterbuljong och GILTAYS lösning denitrifieras inom några dagar under utveckling av gasblåsor (se tab. 6 nr 24).

¹ Från annan plats, än där ståndortsanteckningen gjordes.

Lagringsprov. Prov, lagrade i Erlenmeyer-kolvar, bilda betydande mängder salpeter. I ett försök ökades under fem och en halv månader halten av salpeterkväve från 14 mg till 70 mg pr kg jord (se tab. 7 nr 9).

Jordmån. Djup, väl bearbetad mulljord på kalkhaltig morän.

Asklund. Uppland. Vätö sn. Skabbholmen under Lidö gård.

Angående asklundarnas vegetation hänvisas närmare till HESSELMAN 1904. Undersökt ²³/₆ 1916. (Se fig. 5.)

Undersökning av växternas nitrathalt.

Skarp reaktion:

Geum rivale, *Glechoma hederacea*, *Melandrium silvestre*, *Mercurialis perennis*,
Milium effusum, *Polygonatum multiflorum*, *Rubus idæus*, *Spiræa ulmaria*,
Stachys silvatica, *Urtica dioica*.

Tydlig reaktion:

Anthriscus silvestris, *Melica nutans*, *Poa nemoralis*, *Polystichum filix mas*,
Primula officinalis, *Ranunculus cassubicus*.

Ingen reaktion:

Allium ursinum, *Convallaria majalis*, *Heracleum sibiricum*, *Laserpitium latifolium*,
Paris quadrifolia, *Ribes alpinum*.

Lagringsprov. Prov, lagrade i Erlenmeyer-kolvar, öka salpeterhalten betydligt. I ett försök ökades under tre månader halten av salpeterkväve från 1,4 mg till 120 mg pr kg jord (se tab. 7 nr 48). Jordens halt av salpeterkväve uppgick ej till mer än 1,4 mg pr kg jord, då växternas nitrathalt undersöktes.

Jordmån. Utpräglad mulljord, väl genomvävd av växtrötter.

III. Lövängar.

Lundartad löväng. Södermanland. Ornö sn. Ängsholmen under Vanö gård.

Nedanför en c:a 10 m hög, nästan tvärbrant leptitklippa med urkalk har vegetationen en lundartad karaktär. Lunden bildar en randzon utmed klippans fot, utanför denna zon ett mera öppet, ängsartat parti.

Ståndortsanteckning ²⁸/₆ 1915.

Träd r.

Populus tremula r.

Acer platanoides e.

Quercus robur str.

Sorbus suecica »

Fraxinus excelsior spr.

Buskar:

Ribes alpinum str.

Lonicera xylosteum spr.

Rosa spp. »

Rhamnus cathartica »

Viburnum opulus »

Gräs och örter y.

Rikliga:

Anemone nemorosa
Laserpitium latifolium
Milium effusum

Polystichum filix mas flv. r.
Ranunculus ficaria
Rubus saxatilis
Spiræa ulmaria

Strödda:

Actæa spicata
Anemone hepatica
Convallaria majalis

Dentaria bulbifera
Geum rivale
Primula officinalis

Spridda:

Agrimonia eupatoria
Clinopodium vulgare
Cynanchum vincetoxicum
Fragaria vesca
Galium boreale
Geranium sanguineum
 » *lucidum*
Heracleum sibiricum
Hypericum quadrangulum
Lathyrus pratensis

Majanthemum bifolium
Melandrium silvestre
Melica nutans
Origanum vulgare
Pimpinella saxifraga
Poa nemoralis
Solidago virgaurea
Valeriana officinalis
Veronica chamædrys
Vicia sepium
 » *silvatica*

Enstaka:

Arenaria trinervia
Campanula persicifolia
Erysimum hieracifolium
Geranium robertianum

Listera ovata
Ranunculus acris
Taraxacum officinale
Trifolium flexuosum
Turritis glabra

Markbetäckningen utgöres i huvudsak av multnande blad. På berget ofta ett svällande mosstäck, särskilt framträdande är *Hylacomium triquetrum*.

Undersökning av växternas nitrathalt ²⁹/₆ 1915.

Ingen reaktion:

Actæa spicata, *Clinopodium vulgare*, *Dentaria bulbifera*, *Geranium lucidum*,
G. robertianum, *Geum rivale*, *Heracleum sibiricum*, *Melandrium silvestre*,
Origanum vulgare, *Polystichum filix mas*, *Rubus saxatilis*, *Solidago virgaurea*,
Spiræa ulmaria, *Valeriana officinalis*.

Bakterieundersökning. Jordprov nitrificera, men mycket långsamt, en ammoniumsulfatlösning.

Lagringsprov. Ej utfört.

Jordmån. En särdeles rikt och väl utvecklad mulljord.

Hassellund. Södermanland. Ornö sn. St. Bredvik.

Lövängsparti med hassel, runt omkring omgivet av åker. Ståndortsant. ²⁴/₈,
 nitratundersökn. ²²/₆ 1915.

Ståndortsanteckning.

Träd spr.

Betula verrucosa spr.*Picea abies* e.

Buskar y.

Corylus avellana r.-y.*Sorbus aucuparia* spr.*Prunus avium* str.*Crataegus oxyacantha* e.*Juniperus communis* spr.*Rhamnus frangula* e.

Ris e.

Myrtillus nigra e.*Vaccinium vitis idæa* e.

Gräs och örter r.-y.

Rikliga:

Convallaria majalis r.-y.*Majanthemum bifolium* flv. r.

Strödda:

*Dactylis glomerata**Melampyrum silvaticum*

Spridda:

*Aira flexuosa**Orobus tuberosus**Allium oleraceum**Polygonatum officinale**Anthriscus silvestris**Polystichum spinulosum**Epilobium angustifolium**Primula officinalis**Hieracium* cfr *silvaticum**Spiræa filipendula**Luzula pilosa**Veronica chamædrys*

Enstaka:

*Achillea millefolium**Hypochæris maculata**Agrostis vulgaris**Hypericum quadrangulum**Equisetum arvense**Melica nutans**Galeopsis tetrahit**Rubus saxatilis**Viola riviniana*

Marken mestadels mellan gräsen och örterna betäckt med multnande löv, mossor förekomma dock, såsom *Climacium dendroides*, *Bryum roseum*.

Det antecknade beståndet är helt litet, c:a 30 m långt och 10 m brett, på slutningen av en liten klippa i åkrar. Växtsamhället är en slags hög-buskformation, bildat förnämligast av *Corylus avellana*. Över högbuskskiktet höja sig spridda *Betula verrucosa* och en enstaka gran. Hasselbuskarna äro mycket kraftiga, nå en höjd av 5 à 6 m och ha vida kronor, som kraftigt beskugga marken. Bland hasselbuskarna insprängda enstaka exemplar av *Prunus avium* och *Rhamnus frangula*. Under hasselbuskarna enstaka exemplar av *Picea abies* och spridd *Prunus avium* samt tynande *Juniperus communis*. I örtvegetationen är *Convallaria majalis* dominerande.

Undersökning av växternas nitrathalt.

Ingen reaktion:

Anthriscus silvestris, *Convallaria majalis*, *Epilobium angustifolium*, *Rubus saxatilis*.

Bakterieundersökning. Jordprov framkalla endast nitrit i en ammonium-sulfatlösning.

Lagringsprov. Vid lagring i Erlenmeyer-kolv bildas rätt betydande nitrat-mängder. I ett försök ökades under två månader halten salpeterkväve från 10 till 38 mg pr kg jord (se tab. 7 nr. 13).

Jordmån. Ganska utpräglad, av maskar och insekter genomarbetad mull. Antydan till blekjord.

Löväng. Uppland. Grisslehamn. Södra delen av Byholmalandet. Bakterieprov och anteckningar den ¹³/₆ 1910.

Karaktärsväxter:

Träd str.

Quercus robur, *Fraxinus excelsior*, *Acer platanoides*, *Betula verrucosa*, *Sorbus aucuparia*, *Picea abies*, *Pinus silvestris*.

Buskar spr.

Corylus avellana, *Juniperus communis*, *Rosæ* spp.

Örter och gräs y.

Anemone nemorosa, *A. hepatica*, *Convallaria majalis*, *Laserpitium latifolium*, *Orobis vernus*, *Listera ovata*, *Melampyrum nemorosum*, *Paris quadrifolia*, *Vicia silvatica*.

Mossor:

Hylocomium triquetrum.

Under mosstäcket en sandblandad mull.

Bakterieundersökning: Jordprov nitrificera WINOGRADSKYS lösning (se tab. 3 nr 17).

Hassellund. Uppland. Vätö sn. Skabbholmen under Lidö gård. Angående hassellundarnas vegetation hänvisas närmare till HESSELMAN 1904. Nitratundersökning ²³/₆ 1916.

Undersökning av växternas nitrathalt.

Svag reaktion:

Urtica dioica.

Ingen reaktion:

Actæa spicata, *Geum rivale*, *Melandrium silvestre*, *Mercurialis perennis*, *Milium effusum*, *Poa nemoralis*, *Polystichum filix mas*, *Stachys silvatica*, *Viola riviniana*.

Lagringsprov. Vid lagring i Erlenmeyer-kolv bildas endast måttliga mängder salpetersyra. I ett försök steg under tre månader halten salpeterkväve från 0,2 mg till 4 mg pr kg jord (se tab. 7 nr 47).

Jordmån. Mindre utpräglad, något seg och sammanhängande mulljord.

Örtbacksartad löväng. Södermanland. Ornö sn. Mörby. Lövängen intar en sluttning mellan en med tall och gran beväxten hage och en nedanför liggande åker. Ståndortsanteckning $^{24}/_8$ 1915, nitratundersökning $^{14}/_6$ 1915.

Ståndortsanteckning.

Träd spr.

Betula verrucosa spr.-str., 12 à 14
m hög
Populus tremula m. spr.

Pinus silvestris e., låg
Picea abies e., 3 m hög

Buskar str.-flv. r.

Corylus avellana str.-r.
Sorbus aucuparia

Rosa sp. spr.
Salix caprea e.

Ris spr.-str., flv. r.

Arctostaphylos uva ursi enst. fl. y.
Calluna vulgaris spridda fl. y.

Vaccinium vitis idæa str.
Myrtillus nigra e.

Gräs och örter y.

Rikliga-ymniga:

Agrostis vulgaris str.-flv. y.
Calamagrostis arundinacea str.-r.
Convallaria majalis str.-r.

Melampyrum silvaticum r.
Rubus saxatilis str.-r.

Strödda:

Anemone hepatica
Festuca ovina
Fragaria vesca
Pimpinella saxifraga

Plantago lanceolata
Spiræa filipendula
Trifolium flexuosum

Spridda:

Achillea millefolium
Aira flexuosa
Anthoxanthum odoratum
Anthriscus silvestris
Campanula persicifolia
Clinopodium vulgare
Galium verum
Hypericum quadrangulum
Hypochaeris maculata
Melica nutans
Orobis tuberosus

Poa nemoralis
» *pratensis*
Polygala vulgaris
Polygonatum officinale
Potentilla erecta
Primula officinalis
Pteris aquilina
Ranunculus acris
Vicia cracca
Vicia sepium
Viola riviniana

Enstaka:

Antennaria dioica
Briza media
Chrysanthemum leucanthemum
Dactylis glomerata
Galeopsis tetrahit
Helianthemum chamæcistus
Hieracium pilosella

Lathyrus pratensis
Luzula pilosa
Silene nutans
Trifolium pratense
Veronica chamædrys
Vicia sepium

Mossor str.-r.

Hylocomium parietinum r.
» *squarrosum* str.
» *proliferum* »

Dicranum undulatum str.
Hylocomium triquetrum spr.

Hela växtsamhället är tämligen öppet, marken ganska torr. På grund av beståndets oregelbundna slutenhet rätt stor växling i markbetäckningen. Hasselbuskarna ganska små, 3 à 4 m höga; den skugga, de kasta, är tämligen svag och oregelbunden, skuggfloran föga utpräglad. På de mer öppna och torra platserna uppträda ris, såsom ljung, lingon och mjölon. Örtfloran är det oaktat på dessa platser ganska rik.

Undersökning av växternas nitrathalt.

Ingen reaktion:

Anthriscus silvestris, *Clinopodium vulgare*, *Hypochaeris maculata*, *Hieracium pilosella*, *Luzula pilosa*, *Melampyrum silvaticum*, *Rubus saxatilis*, *Viola riviniana*.

Bakterieundersökning. Jordprov framkalla endast nitrit i en ammonium-sulfatlösning, ej nitrat.

Lagringsprov. Jordprov bilda vid lagring salpeter, ehuru ej i någon större mängd. Prov, tagna under hasseln, ökade under två månader nitrathalten från 1 mg till 14 mg pr kg jord, ifrån ljungbevuxet parti taget prov ökade ej sin nitrathalt, som från början var mycket låg, 0,4 mg pr kg jord (se tab. 7 nr 14 och 15).

Jordmån. Tämligen utpräglad mulljord. Börjande blekjordsbildning.

Löväng av nordisk (mellannorrländsk) karaktär. Ångermanland. Slutningar mot Ångermanälven strax ovanför Forsmobron. (Se fig. 8.)

Ståndortsanteckning och nitratundersökning den $\frac{1}{7}$ 1914.

Ståndortsanteckning.

Växttäcket växlar mycket i sin sammansättning allt efter belyningsgraden och markens fuktighet. Efterföljande avser därför att ge en mera allmän beskrivning av vegetationen.

Träd:

Alnus incana, *Betula odorata*, *B. verrucosa*, *Prunus padus*, *Salix caprea*, *S. nigricans*, *Sorbus aucuparia*.

Buskar:

Juniperus communis, *Ribes rubrum*, *Rubus idæus*.

Ris:

Myrtillus nigra, *M. uliginosa*, *Pyrola rotundifolia*, *P. secunda*, *Vaccinium vitis idæa*.

Örter och gräs:

Aira cæspitosa, *A. flexuosa*, *Alchemilla vulgaris*, *Antennaria dioica*, *Anthoxanthum odoratum*, *Anthriscus silvestris*, *Botrychium lunaria*, *Campanula rotundi-*

folia, *C. patula*, *Carex pallescens*, *Carum carvi*, *Chrysanthemum leucanthemum*, *Cæloglossum viride*, *Convallaria majalis*, *Dianthus deltoides*, *Polypodium dryopteris*, *Epilobium angustifolium*, *Equisetum arvense*, *E. silvaticum*, *Festuca ovina*, *Fragaria vesca*, *Gentiana amarella*, *Geranium silvaticum*, *Geum rivale*, *Heraclium sibiricum*, *Hieracium pilosella*, *H. umbellatum*, *H. sp.*, *Hypochaeris maculata*, *Lathyrus pratensis*, *Luzula multiflora*, *L. pilosa*, *Majanthemum bifolium*, *Melampyrum pratense*, *M. silvaticum*, *Melandrium silvestre*, *Melica nutans*, *Pimpinella saxifraga*, *Polygonum viviparum*, *Potentilla erecta*, *Prunella vulgaris*, *Ranunculus acris*, *R. auricomus*, *Rhinanthus minor*, *Rubus arcticus*, *R. saxatilis*, *Rumex acetosa*, *Stellaria graminea*, *Taraxacum officinale*, *Trifolium pratense*, *T. repens*, *T. flexuosum*, *Tussilago farfara*, *Valeriana officinalis*, *Veronica chamædrys*, *V. officinalis*, *Vicia cracca*, *Viola tricolor*.

Mossor:

Hylocomium parietinum, *H. proliferum*, *H. squarrosum*, *Climacium dendroides*, *Thuidium abietinum*, *Th. recognitum* m. fl.

Undersökning av växternas nitrathalt.

Skarp reaktion:

Rubus idæus.

Ingen reaktion:

Anthriscus silvestris, *Carum carvi*, *Chrysanthemum leucanthemum*, *Epilobium angustifolium*, *Geranium silvaticum*, *Melampyrum pratense*, *Rhinanthus minor*.

Bakteriologisk undersökning. Jordprov nitrifiera relativt snabbt en ammoniumsulfatlösning (se tab. 5 nr 41).

Jordmån. Mulljord, knappast antydan till blekjord.

Löväng av nordisk (mellannorrländsk) karaktär. Ångermanland. Tåsjö sn. Tåsjöberget. (Se fig. 9.) Undersökt ²⁴/₇ 1915.

Ståndortsanteckning.

Träd enst.-spr.

Alnus incana e.

Picea abies e.

Betula odorata e.

Buskar e.

Juniperus communis e.

Gräs och örter y.

Rikliga:

Agrostis vulgaris

Majanthemum bifolium

Aira cæspitosa

Polygonum viviparum

Trifolium pratense

Strödda:

Aconitum septentrionale

Geranium silvaticum

Antennaria dioica

Melampyrum silvaticum

Botrychium lunaria

Rhinanthus minor

» *virginianum*

Taraxacum officinale

Spridda:

<i>Achillea millefolium</i>	<i>Geum rivale</i>
<i>Campanula rotundifolia</i>	<i>Hieracium auricula</i>
<i>Carex digitata</i>	» sp.
» <i>pallescent</i>	<i>Luzula multiflora</i>
<i>Carum carvi</i>	<i>Potentilla verna</i>
<i>Equisetum arvense</i>	<i>Prunella vulgaris</i>
<i>Galium uliginosum</i>	<i>Ranunculus acris</i>
<i>Festuca rubra</i>	<i>Solidago virgaurea</i>
	<i>Vicia cracca</i>

Enstaka:

<i>Alchemilla vulgaris</i>	<i>Gentiana nivalis</i>
<i>Carex alpina</i>	<i>Selaginella spinulosa</i>
» <i>capillaris</i>	<i>Trientalis europæa</i>
<i>Fragaria vesca</i>	<i>Viola riviniana</i>

Mossor:

Hylocomium proliferum, *Climacium dendroides*, *Tortula ruralis*, *Thuidium abietinum*.

Lavar:

Cladina silvatica, på torrare fl.

Bakteriologisk undersökning. Jordprov framkalla en svag nitrifikation i en ammoniumsulfatlösning.

Lagingsprov. Vid lagring i Erlenmeyer-kolv bildas rätt rikligt med salpeterkväve (se tab. 7 nr 60).

Jordmån. Två cms mullskikt, därunder 15 cm chokoladbrunt, mullblandat skikt, övergående genom ett ljusare lager i svart alunskiffermorän.

Löväng av subalpin typ. Jämtland. Åre sn. Mullfjället. Sluttningar på silurmorän. 400—450 m ö. h. (Se fig. 10.)

Ståndortsanteckning av T. LAGERBERG den 21/7 1915, nitratundersökning den 20/7 1915.

Ståndortsanteckning.

Örtrikt parti med träd.

Träd:

<i>Alnus incana</i> e.	<i>Salix caprea</i> e.
<i>Betula odorata</i> fläckv. r.	» <i>nigricans</i> »
<i>Picea abies</i> e.	» <i>pentandra</i> »
<i>Populus tremula</i> e.	<i>Sorbus aucuparia</i> »

Buskar:

<i>Alnus incana</i> e.	<i>Rubus idæus</i> flv.-y.
<i>Betula odorata</i> »	<i>Salix glauca</i> e.
<i>Juniperus communis</i> »	» <i>nigricans</i> »
<i>Populus tremula</i> »	» <i>pentandra</i> »

Ris:

Myrtillus nigra flv. r.*Vaccinium vitis idæa* flv. r.*Pyrola minor* e.

Örter y.

Aconitum septentrionale str. fl. y.*Cæloglossum viride* e.*Alchemilla filicaulis* str. fl. y.*Epilobium angustifolium* »*Geranium silvaticum* spr.*Fragaria vesca* »*Oxalis acetosella* flv. str.*Galium uliginosum* »*Paris quadrifolia* spr.*Geum rivale* »*Polypodium dryopteris* spr. fl. y.*Hieracium* cfr. *glomeratum* »*Ranunculus acris* »» *silvaticum* »» *auricomus* »*Majanthemum bifolium* »*Spiræa ulmaria* spr. fl. r.*Melampyrum silvaticum* »*Trientalis europæa* spr.*Melandrium silvestre* »*Trifolium repens* r.*Polygonum viviparum* »*Viola biflora* »*Potentilla erecta* »*Valeriana excelsa* spr.*Ranunculus repens* »*Carum carvi* e.-spr.*Sagina linnæi* »*Cirsium heterophyllum* » »*Solidago virgaurea* »*Heracleum sibiricum* » »*Taraxacum officinale* »*Achillea millefolium* e.*Veronica chamædrys* »*Angelica silvestris* »*Vicia cracca* »*Anthriscus silvestris* »*Viola epipsila* »

Gräs flv. r.

Aira cæspitosa r.*Luzula multiflora* e.» *flexuosa* spr. fl. r.» *pilosa* »*Anthoxanthum odoratum* spr.-str.*Melica nula* spr.*Calamagrostis* sp. spr.*Phleum alpinum* e.*Carex vaginata* e.*Poa pratensis* »

Mossor str.-r.

Amblystegium uncinatum, *Bryum roseum*, *Camptothecium nitens*, *Catharinea undulata*, *Climacium dendroides*, *Hylocomium squarrosum*, *Polytrichum commune*.

Öppet, ängsliknande parti i lövängen.

Örter:

Viola biflora str.-flv. y.*Bothrychium lunaria* e.-spr.*Trifolium repens* r.*Thalictrum alpinum* »*Polygonum viviparum* str.-r.*Aconitum septentrionale* e.*Chrysanthemum leucanthemum* str.*Ajuga pyramidalis* »*Geranium silvaticum* »*Galium uliginosum* »*Rhinanthus minor* »*Gentiana campestris* »*Solidago virgaurea* »*Hieracium* cfr. *glomeratum* »*Antennaria dioica* flv. str.» *pilosella* »*Cirsium heterophyllum* » »*Melampyrum silvaticum* »*Potentilla erecta* » »*Rumex arifolius* »*Campanula rotundifolia* spr.*Spiræa ulmaria* »*Ranunculus acris* »*Taraxacum officinale* »» *auricomus* »*Veronica officinalis* »*Trifolium pratense* »*Viola riviniana* »

Gräs:

<i>Airā caespitosa</i> , r.-y.	<i>Carex pilulifera</i> e.
<i>Anthoxanthum odoratum</i> str.-r.	» <i>vaginata</i> »
<i>Airā flexuosa</i> str.	<i>Festuca ovina</i> »
<i>Carex ornithopoda</i> e.	<i>Luzula multiflora</i> »
» <i>pallescens</i> »	<i>Phleum alpinum</i> »

Mossor:

Hylocomium parietinum, *H. squarrosum*.

Undersökning av växternas nitrathalt.

Skarp reaktion:

Rubus idæus.

Ingen reaktion:

Aconitum septentrionale, *Anthriscus silvestris*, *Heracleum sibiricum*, *Melica nutans*, *Oxalis acetosella*, *Rubus saxatilis*, *Viola biflora*.

Bakteriologisk undersökning. Jordprov nitrificera ej en ammoniumsulfatlösning.

Lagringsprov. Vid lagring bildas ej obetydliga mängder salpeterkväve (se tab. 7 nr 58).

Jordmån. Ett 5—15 cm mäktigt mullskikt, övergående i ett rostrött, mullhaltigt skikt. På några ställen ett tunnare blekjordsskikt.

IV. **Lunddälder.**

Lunddäld. Skåne. Båstads sn, nära Korresmölla. Kring en bäck från Halandsås.

Ståndortsanteckning och nitratundersökning 27/5 1915.

Ståndortsanteckning.

Träd r.

<i>Alnus glutinosa</i> r.	<i>Fagus silvatica</i> str.
<i>Fraxinus excelsior</i> »	<i>Ulmus montana</i> »

Buskar str.

<i>Corylus avellana</i> str.	<i>Cratægus oxyacantha</i> str.
	<i>Prunus padus</i> »

Örter och gräs y.

Ymnig:

Ranunculus ficaria fläckvis täckande.

Rikliga—fläckv. r.:

<i>Cardamine amara</i>	<i>Equisetum silvaticum</i>
<i>Stellaria nemorum</i>	<i>Mercurialis perennis</i>

Strödda:

<i>Anemone nemorosa</i>	<i>Oxalis acetosella</i>
<i>Geum rivale</i>	<i>Spiræa ulmaria</i>

Spridda:

Adoxa moschatellina
Anthriscus silvestris
Chrysosplenium alternifolium
Paris quadrifolia

Polystichum filix mas
Rubus idæus.
Stachys silvatica
Urtica dioica

Enstaka:

Caltha palustris
Epilobium montanum
Geranium robertianum

Ranunculus auricomus
 » *repens*

Från dälakens sidor rinner vatten i oregelbundna fåror ned mot bäcken, vilket framkallar en växling i undervegetationens beskaffenhet utan att förorsaka förändringar i beståndet. Lundedälens gränsar mot ett kalhygge i bokskog, i kanten av detta *Asperula odorata* och *Rubus idæus* i frodiga exemplar.

Markbetäckning av multnande löv, fläckvis tunna mattor av *Hypnum distans*, å stenar *Hylocomium loreum*, mattbildande.

Undersökning av växternas nitrathalt.**Skarp reaktion:**

Anthriscus silvestris, *Asperula odorata*, *Chrysosplenium alternifolium*, *Epilobium montanum*, *Geranium robertianum*, *Geum rivale*, *Mercurialis perennis*, *Poa* sp., *Polystichum filix mas*, *Rubus idæus*, *Spiræa ulmaria*, *Stachys silvatica*, *Stellaria nemorum*, *Urtica dioica*, *Valeriana officinalis*, *Veronica beccabunga* (i bäcken).

Svag—tydlig reaktion:

Oxalis acetosella, *Ranunculus ficaria*, *R. repens*.

Ingen reaktion:

Adoxa moschatellina (i fruktstadium), *Crepis paludosa*, *Luzula pilosa*, *Paris quadrifolia*.

Reaktion hos trädartade växter:

Ulmus montana, tydlig reaktion.

Fraxinus excelsior, ingen »

Prunus padus, » »

Bakterieundersökning och lagringsprov ej utförda.

Jordmån. Av maskar och insekter väl genomarbetad mull.

Lundedäl. Skåne. Röstånga sn. Skäralid. Lundedäl utbildad kring Skärbäcken i sprickdalen vid Skäralid.

Ståndortsanteckning $21/5$ 1915, nitratundersökning $19/5$, $21/5$ och $22/5$ 1915.

Ståndortsanteckning.**Träd r.**

Acer platanoides enst.

Alnus glutinosa r.

Betula verrucosa spr.

Carpinus betulus e.

Fagus silvatica e.-spr.

Fraxinus excelsior spr.

Pyrus malus spr.-str.

Quercus robur e.-spr.

Salix caprea spr.

Sorbus aucuparia enst.

Tilia cordata enst.

Ulmus montana »

Buskar spr.

Cratægus oxyacantha enst.
Evonymus europæa spr.
Lonicera xylosteum e.
Prunus padus spr.
Rhamnus frangula enst.
Ribes rubrum »

Rosa sp. spr.
Rubus idæus flv. r.-y.
 » cfr. *fruticosus* flv. y.
Salix aurita spr.
Viburnum opulus spr.

Gräs och örter y.

Rikliga-ymniga:

Anemone nemorosa r.-y. *Mercurialis perennis* enst. fl. y.
 » *ranunculoides* r. *Polypodium phegopteris* flv. r.
Chrysosplenium alternifolium enst. fl. y. *Spiræa ulmaria* str.-y.
Geum rivale str.-r. *Urtica dioica* enst. fl. y.
Majanthemum bifolium spr. fl. r.

Strödda:

Alchemilla vulgaris *Galeobdolon luteum*
Caltha palustris (invid bäckkanten) *Valeriana dioica* (invid bäckkanten)
Cirsium oleraceum » *officinalis*
Crepis paludosa

Spridda:

Anemone hepatica *Poa nemoralis*
Angelica silvestris *Prunella vulgaris*
Asplenium filix femina *Solidago virgaurea*
Calamagrostis sp. *Succisa pratensis*
Cirsium palustre *Taraxacum officinale*
Hypericum quadrangulum *Triticum caninum*
Melica nutans *Trollius europæus*
Oxalis acetosella *Viola palustris*
 » *riviniana*

Enstaka:

Aegopodium podagraria *Oxalis acetosella* v. *rosea*
Thalictrum aquilegifolium *Ranunculus auricomus*
 Tussilago farfara

Mossor, smärre fläckar, r.

Bryum ventricosum *Astrophyllum rostratum*

Markbetäckningen utgöres till övervägande del av multnande löv, mossor förekomma mest utmed bäckkanterna samt på de små holmarna i bäcken.

I bäcken förekomma en hel del örter och gräs, såsom

Caltha palustris *Mentha* cfr. *aquatica*
Cardamine amara *Menyanthes trifoliata*
Carex ampullacea *Myosotis palustris*
 Naumburgia thyrsiflora

Utmed bäckkanterna bildas fläckvis smärre bestånd av

Carex ampullacea *Carex vesicaria*

I lunddälden finnas här och där smärre, kärrartade formationer med starkt rörligt vatten. Marken i dem är betäckt med ett lager av multnande al- och boklöv, under vilket finnes ett luckert, av vatten genomdränkt humusskikt. På ett ställe hade fanerogamvegetationen följande sammansättning:

<i>Spiræa ulmaria</i> r.	<i>Caltha palustris</i> spr.
<i>Chrysosplenium alternifolium</i> , str.	<i>Cardamine amara</i> »
<i>Poa</i> sp.	<i>Geum rivale</i> »
<i>Ranunculus repens</i> »	<i>Angelica silvestris</i> enst.
<i>Stellaria uliginosa</i> »	<i>Valeriana officinalis</i> »

Lunddälden är egentligen utbildad inom själva bäckområdet, d. v. s. på de små holmar, som omramas av den slingrande bäcken, samt invid bäckstränderna. Utmed stränderna förhärska sådana växter som *Rubus idæus*, *Rubus* cfr. *fruticosus*, *Spiræa ulmaria*, *Polypodium phegopteris*, *Valeriana officinalis* etc. Ej långt från själva bäckkanten förändras vegetationens karaktär, ris såsom ljung och blåbär bliva allmänna, medan lunddäldens flesta växter försvinna. Bland risen förekommer dock *Anemone nemorosa*.

Undersökning av växternas nitrathalt.

19/5 1915.

Skarp reaktion:

Alchemilla vulgaris, *Angelica silvestris*, *Geum rivale*, *Rubus idæus*, *R.* cfr. *fruticosus*, *Solidago virgaurea*, *Spiræa ulmaria*, *Taraxacum officinale*, *Valeriana officinalis*, *Viola palustris*.

Tydlig reaktion:

Fragaria vesca, *Polypodium phegopteris*.

Svag reaktion:

Galeobdolon luteum.

Ingen reaktion:

Anemone nemorosa, *A. ranunculoides*.

21/5 1915.

Skarp reaktion:

Chrysosplenium alternifolium, *Cirsium oleraceum*, *palustre*, *oleraceum* × *palustre*, *Melica nutans*, *Mercurialis perennis*, *Solidago virgaurea*, *Spiræa ulmaria*, *Thalictrum aquilegifolium*, *Valeriana officinalis*.

Tydlig reaktion:

Asplenium filix femina, *Carex vesicaria*.

Svag reaktion:

Tussilago farfara.

Ingen reaktion:

Caltha palustris, *Crepis paludosa*, *Trollius europæus*, *Valeriana dioica*.

Växter från bäcken:

Skarp reaktion:

Cardamine amara, *Mentha* cfr. *aquatica*.

Ingen reaktion:

Menyanthes trifoliata, *Naumburgia thyrsiflora*.

Växter från ett litet kärr med starkt rörligt vatten. ²²/₅ 1915.

Skarp reaktion:

Angelica silvestris, *Cardamine amara*, *Chrysosplenium alternifolium*, *Geum rivale*, *Spiræa ulmaria*, *Stellaria uliginosa*, *Valeriana officinalis*.

Ingen reaktion:

Caltha palustris.

Reaktion hos vedartade växter:

Svag reaktion:

Evonymus europæa, *Fraxinus excelsior*.

Ingen reaktion:

Alnus glutinosa, *Cratægus oxyacantha*, *Fagus silvatica*, *Rosa* sp., *Sorbus aucuparia*.

Bakteriologisk undersökning. Jordprov bilda i en ammoniumsulfatlösning tämligen snart nitrit, som ytterst långsamt oxideras till nitrat. GILTAYS lösning denitrifieras snabbt under kraftig utveckling av gasblåsor (se tab. 6 nr 17). På samma sätt förhålla sig jordprov från kärrartat parti, denitrifikationen av GILTAYS lösning går ännu snabbare än med prov från holmarna (se tab. 6 nr 18).

Lagringsprov. Jordprov från holmarna i bäcken bilda vid lagring betydande mängder nitrat. I ett försök höjdes under fem och en halv månader halten nitratkväve från 54 till 320 mg pr kg jord. Jordprov från kärret bildade under samma tid i Erlenmeyer-kolv endast 0,4 mg. När jorden lades i ett kärl med mycket vatten och samtidigt en livlig luftström leddes genom jorden, bildades under en månad 280 mg nitratkväve pr kg jord (se tab. 7 nr 5 o. nr 34 och 35).

Jordmån. Ganska mäktigt, mullartat humuslager på grus, tvär övergång mellan grus och humusjord.

Lunddäld. Hälsingland. Hassela sn. Älvåsen. Lunddäld kring en bäck, som kommer från en mindre tjärn å Älvåsen och rinner ut i Hasselasjön nära Haddångsnäs. Stark sluttning mot öster. Ståndortsanteckning och nitratundersökningar utförda den ⁹/₇ och ¹⁰/₇ 1915. Rikligt med vatten i bäcken (se vidare fig. 11, 12 och 30).

Ståndortsanteckning.

Träd y.

Alnus incana r.

Betula odorata str.

» *verrucosa* »

Picea abies str.-r.

Populus tremula »

Prunus padus str.

Salix caprea spr.

» *nigricans* str.

Sorbus aucuparia str.

Tilia cordata e. i översta delen av lunddälden.

Buskar spr.-str.

Lonicera xylosteum spr. i övre delen.*Rubus idæus* str.-flv. r.*Ribes alpinum* » » »*Viburnum opulus* e.-spr. i övre delen

jämte spridda lägre exemplar av förut nämnda träd.

Gräs och örter y.

Rikliga-fläckvis ymniga:

*Anemone nemorosa**Polystichum *dilatatum**Asplenium filix femina**Struthiopteris germanica* (utmed bäck-*Polypodium phegopteris* (utmed bäck-
kanten)

kanten)

Strödda-fläckvis rikliga:

*Chrysosplenium alternifolium**Oxalis acetosella**Circæa alpina**Prunella vulgaris**Equisetum silvaticum*

Spridda-strödda:

*Actæa spicata**Spiræa ulmaria**Anemone hepatica**Valeriana excelsa**Fragaria vesca**Viola palustris**Mulgedium alpinum**Trientalis europæa**Triticum caninum*

Spridda:

*Carex digitata**Melica nutans**Cinna pendula**Paris quadrifolia**Crepis paludosa**Poa nemoralis**Galium palustre**Ranunculus repens* (på fuktigare delar)*Geranium silvaticum**Rubus saxatilis**Geum rivale**Solidago virgaurea**Lactuca muralis**Veronica chamædrys**Majanthemum bifolium**Viola riviniana**Melampyrum silvaticum*

Enstaka:

*Aira cæspitosa**Taraxacum officinale**Carex pallescens**Trifolium repens**Corallorrhiza innata**Tussilago farfara**Gnaphalium silvaticum**Veronica officinalis**Ranunculus acris*» *serpyllifolia**Selaginella spinulosa**Viola montana**Stellaria longifolia*

I översta delen av lunddälden förekomma en del örter, som saknas i den nedre, nämligen:

Convallaria majalis spr.*Viola mirabilis* str.*Epilobium angustifolium* str.*Vicia sepium* spr.*Milium effusum* spr.-str.

Mossor fläckvis r-y.

Mer rikligt förekommande arter:

Hylocomium triquetrum

Catharinea undulata

Climacium dendroides

För övrigt insamlades utan närmare angivande av frekvensen följande:

Amblystegium protensum

Hylocomium parietinum

» *uncinatum*

» *proliferum*

Astrophyllum cuspidatum f. *integrifolia*

» *squarrosum*

Astrophyllum hornum

Hypnum velutinum

» *punctatum*

Jungermannia barbata

» *seligerii*

» *gracilis*

» *stellare*

» *guttulata*

» *silvaticum*

» *incisa*

Blepharostoma trichophyllum

» *ventricosa*

Bryum ventricosum

Pellia cfr. *neesiana*

Cephalozia leucantha

Plagiochila asplenoides

» *media*

Plagiothecium silvaticum

Dicranum fuscensens

Polytrichum alpinum

» *majus*

Ptilidium ciliare

» *scoparium*

Schistophyllum osmundoides

Georgia pellucida

Tayloria tenuis

Mossvegetationen är i biologiskt hänseende så tillvida intressant, som här ingå en del för mulljord karaktäristiska arter, t. ex. *Catharinea undulata*, *Hylocomium triquetrum*, *Astrophyllum*-arter m. fl.

I nedre delen av lunddälden förekomma *Sphagnum*-tuvor, nämligen av *Sph. squarrosum*, *centrale*, *teres* och *warnstorffii*, varjämte barrskogens mosstäckor i kanterna tränger in i lunddälden.

Inom den översta delen av lunddälden har ett ras ägt rum, varigenom träden (gråal) inom cirka $\frac{1}{2}$ ars område störtat omkull. Här finns en synnerligen frodig association, karaktäriserad av höga örter, som nå manshöjd eller mera. Följande arter antecknades:

Asplenium filix femina r.-flv. y.

Crepis paludosa spr.

Chrysosplenium alternifolium r.

Epilobium montanum »

Oxalis acetosella r.

Equisetum silvaticum »

Rubus idæus r.

Lactuca muralis »

Epilobium angustifolium str.

Polypodium dryopteris »

Mulgedium alpinum str.

Spiræa ulmaria »

Urtica dioica str.

Valeriana excelsa »

Calamagrostis sp. spr.

Vattnet silar fram i smärre rännilar över marken inom det rasade området.

Lunddälden är utbildad huvudsakligen omkring bäcken, omkring vilken den bildar en mer eller mindre bred zon, beroende på i vad mån vattnet i bäcken breder ut sig. Vegetationen i lunddälden är starkt växlande, vilket väl närmast torde stå i samband med markens starkt växlande fuktighet. Närmast kring bäcken dominera ormbunkar. Bland de mest karaktärsgivande är *Polypodium phegopteris*, som ofta kläder själva bäckkanten med en tät bård av mjuk grönska. Alldeles invid bäckkanten förekomma i mycket frodiga exemplar,

men mera fläckvis, *Asplenium filix femina* och *Struthiopteris germanica*, av vilka den senare här och där bildar smärre, nästan rena facies. Nära bäckkanten frodas ock *Polystichum spinulosum* **dilatatum*, vilken dock även förekommer längre in. Till bäckkanterna höra ock *Spiraea ulmaria* och *Crepis paludosa*. Smärre holmar i bäcken täckas stundom nästan helt av *Anemone nemorosa*, andra åter av ormbunkar i förening med hallon.

I nedre delen av lunddälden förekomma i bottentäcket en del *Sphagnum*-tuvor, såsom *Sph. squarrosum* och *Sph. russowii*. I denna del förekommer också *Carex loliacea*.

Mossvegetationen i den skarpare sluttande delen av lunddälden är ganska rik och av utpräglad mullkaraktär, karaktäriserad av bl. a. *Climacium dendroides*, *Hylocomium squarrosum* och *triquetrum*, *Catharinea undulata*, *Astrophyllum*-arter etc.

Lunddälden är på båda sidor omgiven av vacker, starkt växtlig granskog av mossrik typ. Från granskogen intränga i lunddäldens kanter en del risväxter, ss. *Vaccinium vitis idæa*, *Myrtillus nigra*, *Linnæa borealis*, *Lycopodium annotinum* samt *Pyrola uniflora*, vilken senare synes mera höra tillsammans med lunddälden.

Träden inom lunddälden visa en ovanlig växtlighet. Björkarna nå en betydande höjd, 25 å 30 m., även gråalen når en för detta träd ovanlig höjd. Granen växer särdeles snabbt, vilket bl. a. framgår av dess jämna släta bark.

Endast inom lunddäldens översta, frostfria del förekomma de mera värmefordrande, sydiskandinaviska arterna *Tilia cordata*, *Lonicera xylosteum*, *Ribes alpinum* och *Viburnum opulus*.

Lunddälden å Älvåsen har, såsom det framgår av gjorda ståndortsanteckningar, en rikare och frodigare vegetation än den å Gryttjesbergen, vilket väl närmast torde böra sättas i samband med den rikligare vattentillgången.

Vegetationen genomgår sannolikt tidvis rätt stora förändringar. Bäckens dämmes upp av nedfallande trädstammar och annat bråte, varigenom vattnet tvingas att taga andra vägar. Bredvid bäcken finnes en rätt djupt nerskuren, men torr ravin, sannolikt uppgrävd av bäcken, men nu intagen av mera normal barrskogsvegetation.

Undersökning av växternas nitralhalt.

Samtliga undersökta individ visa mer eller mindre kraftig nitratreaktion:

Lactuca muralis, *Rubus idæus* (några få individ bland ett stort antal undersökta utan salpeter), *Geum rivale*, *Spiraea ulmaria*, *Actæa spicata*, *Asplenium filix femina*, *Hieracium* cfr. *silvaticum*, *Viola riviniana* och *palustris*, *Veronica officinalis*, *V. serpyllifolia*, *Chrysosplenium alternifolium*, *Prunella vulgaris*, *Trientalis europæa*, *Ranunculus repens*, *R. acris*, *Alchemilla vulgaris*, *Triticum caninum*, *Melica nutans*, *Poa nemoralis*, *Carex digitata*.

Några av de undersökta individen visa mer eller mindre stark reaktion:

Geranium silvaticum, *Mulgedium alpinum*, *Cinna pendula*, *Polypodium phegopteris*, *Circæa alpina*, *Fragaria vesca*, *Epilobium angustifolium*, *Solidago virgaurea*, *Polystichum spinulosum* **dilatatum*.

Intet av de undersökta individen ger nitratreaktion:

Anemone hepatica, *A. nemorosa*, *Valeriana excelsa*, *Struthiopteris germanica*, *Polypodium dryopteris*, *Crepis paludosa*, *Rubus saxatilis*, *Majanthemum bifolium*, *Paris quadrifolia*, *Viola mirabilis*, *Hieracium* sp., *Milium effusum*, *Prunus padus*, *Salix nigricans*.

Inom det förut omnämnda raspartiet ge växterna i regel en mycket stark nitratreaktion, nämligen:

Rubus idæus, *Epilobium angustifolium*, *Urtica dioica*, *Lactuca muralis*, *Chrysosplenium alternifolium*, *Crepis paludosa*, *Asplenium filix femina*.

Ingen reaktion:

Equisetum silvaticum.

Nitratreaktionen är sålunda hos ett mycket stort antal arter särdeles kraftig. Framförallt är detta fallet hos sådana individ, som växa invid bäckkanten eller på av bäckvattnet överspolad mark. På sådana platser visa även sådana växter som *Ranunculus acris* och *R. repens* stark reaktion, ehuru de på flertalet andra växtplatser ej visa någon nitratreaktion.

Bakterieundersökning. Jordprov nitrifiera endast mycket långsamt eller ock ej alls en ammoniumsulfatlösning.

Lagringsprov. Ej utförda.

Jordmänsbeskrivning. Utmed bäckkanterna förekommer under mosstöcket ett 3—4 cm mäktigt, luckert humustäcke av mullartad beskaffenhet. Gränsen mellan mineraljord och humustäcke ganska skarp. De större stenarna närmast humustäcket visa ej några vittringsytor såsom under råhumus. Under humustäcket en svag antydning till blekjord, därunder mullblandat grus. I friskt tillstånd färgar jorden blått lackmuspapper rött.

På smärre holmar kan humustäcket bli vida mäktigare, 28 à 30 cm. Luckert, men föga sandblandat.

Metmaskar förekomma men synas spela en mera underordnad roll för jordens struktur.

Lunddäld. Hälsingland. Delsbo sn. Gryttjesberget. Lunddäld kring en bäck, som rinner nedför det starkt sluttande, åt söder exponerade berget. Bäckens vid undersökningstillfället uttorkad med undantag av den allra översta delen, som ännu är vattenförande.

Ståndortsanteckning och undersökning av växternas salpeterhalt utförda den 7/7 1915.

Ståndortsanteckning.

Träd och högre buskar r.

Alnus incana r.

Betula odorata r.

» *verrucosa* spr.

Picea abies str., huvudsakligen i

lunddäldens kanter.

Populus tremula spr.

Prunus padus str.

Salix caprea spr.

» *nigricans* str.

Sorbus aucuparia str.

Ulmus montana e., i övre delen.

Buskar str.-r.

Lonicera xylosteum e., i översta delen av lunddälden.

Rubus idæus r.

Viburnum opulus spr.

Örter och gräs r.-y.

Rikliga:

Calamagrostis sp.

Melica nutans

Polypodium phegopteris

Pteris aquilina

Strödda-rikliga:

Rubus saxatilis.

Spiræa ulmaria

Strödda:

Anemone hepatica (mellersta delen av lunddälden)

Asplenium filix femina

Fragaria vesca

Galium triflorum

Geranium silvaticum

Oxalis acetosella

Polypodium dryopteris

Trientalis europæa

Viola mirabilis

Spridda:

Actæa spicata

Carex digitata

Epilobium angustifolium

Paris quadrifolia

Poa nemoralis

Solidago virgaurea

Viola riviniana

Valeriana excelsa

Enstaka:

Carex flava

» *pallenscens*

Hypericum quadrangulum

Melampyrum silvaticum

Orob. vernus

Mossor mera spridda:

Amblystegium protensum

Hypnum plumosum

samt vidare

Astrophyllum punctatum (invid ett källsprång nära klippan)

Bartramia crispa (på en fuktig klippvägg)

Astrophyllum cuspidatum

Markbetäckningen utgöres till övervägande del av multnande löv, mossor förekomma så gott som uteslutande på uppstickande stenar. Lunddälden intager endast ett helt smalt parti omkring bäcken, som kommer från en liten tjärn uppe på Gryttjesberget. Den omgives i sin övre del av granskog, i sin nedre del av tallskog, bägge av bärrisrik typ. Från barrskog intränga i lunddälden dels gran, dels ock en del ris, såsom *Vaccinium vitis idæa*, *Lycopodium annotinum*, *Linnaea borealis*, *Pyrola secunda* samt, ehuru i mindre mängd, *Myrtillus nigra*. De mera värmefordrande arterna, *Ulmus montana* och *Lonicera xylosteum*, förekomma endast i den allra översta, mot söder starkt exponerade, frostfria delen. Almarna äro ganska ståtliga, nå en höjd av c:a 15 m och brösthöjdsdiam av omkring 20 cm.

Undersökning av växternas nitrathalt.

Skarp reaktion:

Rubus idæus, *Actæa spicata*, *Aira cæspitosa*, *Calamagrostis* sp., *Lactuca muralis*, *Viola mirabilis*, *Oxalis acetosella*, *Geranium silvaticum*.

En del av de undersökta individen ge mer eller mindre kraftig reaktion:

Valeriana excelsa, *Asplenium filix femina*, *Polypodium phegopteris*, *Solidago virgaurea*, *Spiræa ulmaria*, *Galium triflorum*, *Epilobium angustifolium*.

Ingen reaktion:

Polystichum spinulosum, *Rubus saxatilis*, *Paris quadrifolia*, *Fragaria vesca* och *Carex digitata*.

Bakteriologisk undersökning. Jordprov nitrifiera, ehuru långsamt, en ammoniumsulfatlösning.

Lagringsprov. Ej utförda.

Jordmån. Mulljord, vilande på grus.

Bäckdäldsvegetation. Ångermanland. Hoting. Bäckén vid Valåns gästgivargård.

Rikt vattenförande bäck från Jämmervattnet till Hotingsjön. Utmed bäcken nära Valån såg och kvarn. Bäckén kantad med gran och gråal samt viden.

Undervegetationen här närmast intill bäcken följande sammansättning. Ståndortsanteckning (av T. LAGERBERG) och nitratundersökning den 23/7 1915.

Ståndortsanteckning.

Gräs och örter r.-y.

Fläckvis y:

Menyanthes trifoliata i själva bäcken.

Fläckvis rikliga:

<i>Callitriche</i> sp.	<i>Mentha arvensis</i>
<i>Carex rostrata</i>	<i>Naumburgia thyrsiflora</i>
» <i>vesicaria</i>	<i>Prunella vulgaris</i>

Strödda-fläckvis str.:

<i>Carex flava</i>	
<i>Comarum palustre</i>	<i>Juncus filiformis</i>
<i>Equisetum</i> »	<i>Spiræa ulmaria</i>
<i>Galium</i> »	<i>Viola palustris</i>

Spridda:

<i>Agrostis canina</i>	
<i>Aira cæspitosa</i>	<i>Ranunculus acris</i>
<i>Calamagrostis phragmitoides</i>	» <i>repens</i>
<i>Caltha palustris</i>	<i>Rhinanthus minor</i>
<i>Carex brunnescens</i>	<i>Valeriana excelsa</i>
» <i>goodenowii</i> v. <i>juncella</i>	

Enstaka:

<i>Angelica silvestris</i>	<i>Parnassia palustris</i>
<i>Cardamine pratensis</i>	<i>Polygonum viviparum</i>
<i>Equisetum arvense</i>	<i>Scutellaria galericulata</i>
<i>Euphrasia tenuis</i>	<i>Veronica scutellata</i>
<i>Melampyrum silvaticum</i>	

Undersökning av växternas nitrathalt.

Skarp reaktion:

Angelica silvestris, *Cardamine pratensis*, *Mentha arvensis*, *Prunella vulgaris*,
Viola palustris.

Tydlig reaktion:

Aira cæspitosa, *Carex flava*, *Comarum palustre*, *Galium palustre*.

Svag reaktion:

Scutellaria galericulata.

Ingen reaktion:

Calamagrostis phragmitoides, *Carex rostrata*, *C. vesicaria*, *Menyanthes trifoliata*,
Naumburgia thyrsiflora, *Parnassia palustris*, *Pedicularis palustris*,
Spiræa ulmaria, *Valeriana excelsa*, *Veronica scutellata*.

Inga närmare undersökningar angående jordens nitrifikation.

Bäckdäldsvegetation. Jämtland. Ansjö krpk i Bräcke revir, Håsjö s:n.

Bäcken går genom en väl sluten granskog med inblandad björk, asp och tall. Granskogen tillhör den mossrika typen och är av ganska växtlig beskaffenhet. Bäckloppet ganska utpräglat, utmärkt av rikedom på örter, varigenom det väl skiljer sig från den omgivande, mera monotona markbetäckningen i granskogen. Trädbeståndet omkring bäcken av samma sammanställning som i skogsbeståndet för övrigt.

Vegetationen i och närmast omkring bäcken.

Ståndortsanteckning den 13/9 1915.

Örter och gräs y.

<i>Stellaria nemorum</i> r.-y.	<i>Carex brunnescens</i>
<i>Equisetum arvense</i> r.	<i>Asplenium filix femina</i>
» <i>silvaticum</i> r. invid bäcken	<i>Carex loliacea</i> spr.
<i>Ranunculus repens</i> f. str.-r.	<i>Epilobium hornemanni</i> »
<i>Cardamine amara</i> str.	<i>Poa sudetica</i> »
<i>Geum rivale</i> »	<i>Rubus idæus</i> »
<i>Spiræa ulmaria</i> »	<i>Agrostis vulgaris</i> e.
<i>Calamagrostis</i> sp. spr.-str.	<i>Carex irrigua</i> »
<i>Agrostis hiemalis</i>	<i>Cirsium heterophyllum</i> »
<i>Aira cæspitosa</i>	<i>Trientalis europæa</i> »

Mossor flv. y.

<i>Cheiloscyphus polyanthus</i> r.-y.	<i>Amblystegium</i> sp. r.
<i>Astrophyllum cinclidioides</i> »	

Omkring stubbar, vid basen av grövre trädstammar samt invid bäckkanterna tränger den omgivande skogsvegetationen in på bäckdäldens, visande sig däruti, att ris, såsom lingon, blåbär, linnéa och *Pyrola secunda*, få en större eller mindre betydelse i markbetäckningen. Bland örterna märkas *Oxalis acetosella* och *Polypodium dryopteris*, bland mossorna *Hylocomium proliferum*.

Undersökning av växternas salpeterhalt.

Skarp reaktion $15/7$ 1915:

Cardamine amara, *Geum rivale*, *Stellaria nemorum*, *Spiræa ulmaria* (en del av de undersökta individen).

Ingen reaktion $15/7$ 1915:

Ranunculus repens f.

Skarp reaktion $13/9$ 1915:

Stellaria nemorum.

Tydlig reaktion $4/9$ 1916:

Stellaria nemorum, *Epilobium hornemanni*, *Cardamine amara*.

Ingen reaktion $4/9$ 1915:

Geum rivale, *Poa sudetica*.

Lagringsprov. Genom ett jordprov med mycket vatten leddes under en månad en oavbruten luftström. Härunder bildades 0,4 mg salpeterkväve per kg jord. Försöket upprepades hösten 1916, under en månad bildades ingen salpeter. Den $4/9$ 1916 togs ett vattenprov, som försattes med kloroform för att hindra bakterieverksamhet. Vid omedelbart verkställd analys befanns vattnet innehålla 0,028 mg per liter (se tab. 7 nr 32, 51 och 52).

Jordmån. Inom själva bäckområdet har marken, där den omspolas av vattnet, en mullartad struktur.

Bäckdäldsvegetation. Jämtland. Åre sn. Mullfjället i översta barrskogsregionen.

I bäckens omgivningar ett mycket öppet och ytterst glest bestånd av fjällbjörk och gran. Närmast intill bäcken inom dess befuktningssområde en atrik ört- och gräsvegetation. I denna antecknades $19/7$ 1915:

Aconitum septentrionale, *Aira cæspitosa*, *Alchemilla alpina*, *A. vulgaris*, *Asplenium filix femina*, *Athyrium alpestre*, *Carex vaginata*, *Cirsium heterophyllum*, *Crepis paludosa*, *Geranium silvaticum*, *Geum rivale*, *Gnaphalium norvegicum*, *Polypodium dryopteris*, *Potentilla erecta*, *Rubus idæus*, *Rumex arifolius*, *Saxifraga stellaris*, *Solidago virgaurea*, *Spiræa ulmaria*, *Taraxacum officinale*, *Thalictrum alpinum*, *Viola biflora*.

Undersökning av växternas nitrathalt.

Skarp reaktion:

Aconitum septentrionale, *Athyrium alpestre*, *Cirsium heterophyllum*, *Geum rivale*, *Rubus idæus*, *Saxifraga stellaris*, *Taraxacum officinale*, *Viola biflora*.

Tydlig reaktion:

Alchemilla vulgaris, *Asplenium filix femina*, *Thalictrum alpinum*.

Svag reaktion:

Solidago virgaurea.

Ingen reaktion:

Alchemilla alpina, *Crepis paludosa*, *Geranium silvaticum*, *Gnaphalium norvegicum*.

Bakterieprov eller jordprov icke tagna.

V. Alskogar.

Alskog. Skåne. Förslövs socken. Axelstorp. Alskogen förekommer på en mark, som hålles fuktig av vattnet från en källa, som bryter fram vid foten av den ljunghedsklädda Lingebergsknalt. Ståndortsanteckning och nitratundersökning ²⁷/₅ 1915.

Ståndortsanteckning.

Träd r.

Alnus glutinosa bildar ett tämligen väl slutet bestånd.

Buskar och lägre träd str.

Alnus glutinosa str.

Rhamnus frangula spr.

Prunus padus spr.

Sorbus aucuparia »

Örter och gräs, r.-y.

Rikliga:

Cardamine amara

Oxalis acetosella

Strödda:

Aira cæspitosa

Majanthemum bifolium

Chrysosplenium alternifolium

Ranunculus repens

Galium palustre

Rubus idæus

Geum rivale

Trientalis europæa

Spridda:

Callitha palustris

Polypodium phegopteris

Geranium robertianum

Polystichum spinulosum

Myosotis palustris

Ranunculus flammula

Poa sp.

Stellaria palustris

Viola palustris

Mossor: utmed trädrötter etc. förekommer *Astrophyllum hornum*.

Det framsipprande vattnet, som ofta tar formen av små rännilar, förorsakar en stark växling i markvegetationen.

Undersökning av växternas nitratthalt.

Skarp reaktion:

Chrysosplenium alternifolium, *Geum rivale*, *Mentha* sp., *Myosotis palustris*, *Poa* sp., *Polystichum spinulosum*, *Rubus idæus*, *Trientalis europæa*, *Viola palustris*.

Svag-tydlig reaktion:

Cardamine amara, *Geranium robertianum*, *Ranunculus flammula*, *R. repens*, *Stellaria palustris*.

Ingen reaktion:

Aira caespitosa, *Caltha palustris*, *Polypodium phegopteris*.

Från bäcken.

Skarp reaktion:

Veronica beccabunga, *Mentha* sp.

Salpeterbildningen i marken för övrigt ej undersökt.

Strandskog av al. Södermanland. Ornö sn. St. Bredvik. Alskog vid stranden av en långgrund, mot vind och vågor väl skyddad vik. Innanför strandskogen en ört- och gräsrik björkskog, som användes till beteshage. Ståndortsanteckning $^{16}/_6$ 1915, nitratundersökningar $^{12}/_6$, $^{16}/_6$ och $^{18}/_8$ 1915.

Ståndortsanteckning.

Träd y.

Alnus glutinosa r.

Picea abies spr.

Betula verrucosa spr.

Sorbus aucuparia spr.

Buskar str.

Juniperus communis str.

Rosæ spp. spr.

Prunus spinosa spr.

Rubus idæus

Örter och gräs y.

Anemone nemorosa

Rikliga:

Spiræa ulmaria

Strödda:

Aira caespitosa

Geum rivale

Anthriscus silvestris

Urtica dioica

Fragaria vesca

Viola palustris

Spridda:

Alchemilla vulgaris

Primula officinalis

Caltha palustris

Ranunculus acris

Carex hirta

» *auriculatus*

Convallaria majalis

Taraxacum officinale

Luzula pilosa

Thalictrum flavum

Lysimachia vulgaris

Trientalis europæa

Majanthemum bifolium

Veronica chamædrys

Oxalis acetosella

Viola riviniana

Enstaka:

Ajuga pyramidalis

Orbus tuberosus

Asplenium filix femina

Polystichum spinulosum

Cirsium arvense

Rumex acetosa

Equisetum pratense

Solidago virgaurea

Geranium robertianum

Valeriana officinalis

Mossor flv. spridda.

Amblystegium cordifolium

Hypnum rutabulum

Astrophyllum seligeri

Sphaerocephalus palustris

Markbetäckningen utgöres till väsentlig del av multnande allöv.

Undersökning av växternas nitrathalt ¹²/₆ 1915.

Tydlig-skarp reaktion (samtliga undersökta individ):

Alchemilla vulgaris, *Anthriscus silvestris*, *Ajuga pyramidalis*, *Cirsium arvense*, *Geum rivale*, *Lysimachia vulgaris*, *Primula officinalis*, *Ranunculus acris*, *Rubus idæus*, *Spiræa ulmaria*, *Taraxacum officinale*, *Urtica dioica*, *Viola palustris*, *V. riviniana*.

Svag reaktion:

Convallaria majalis.

Ingen reaktion:

Caltha palustris, *Majanthemum bifolium*, *Oxalis acetosella*, *Ranunculus auricomus*, *Thalictrum flavum*.

¹⁶/₆ 1915.

Skarp reaktion:

Asplenium filix femina, *Aira cæspitosa*, *Carex hirta*, *Geranium robertianum*, *Luzula pilosa*, *Solidago virgaurea*, *Valeriana officinalis*.

Svag reaktion:

Polystichum spinulosum.

Ingen reaktion:

Rumex acetosa.

¹⁸/₈ 1915.

Skarp reaktion:

Anthriscus silvestris, *Carex hirta*, *Geranium robertianum*, *Geum rivale*, *Rubus idæus*, *Urtica dioica*.

Ingen reaktion:

Polystichum spinulosum, *Spiræa ulmaria*.

Bakteriologisk undersökning. Jordprov nitrificera, men ytterst långsamt, en ammoniumsulfatlösning.

Lagringsprov. Ett prov, som lagrades, höjde nitrathalten under tre månader från 120 mg till 130 mg per kg jord. Provet möjligen väl torrt (se tab. 7 nr 13.)

Jordmån. Ett tunt, löst och luckert humustäcke ligger helt löst på en av vågorna uppkastad, föga vittrad, fin sand.

Strandskog av al. Uppland. Danderyds sn. Djursholm. Strandalskog invid Svalnäsviden i Värtan.

Ståndortsanteckning ²²/₉ 1916, nitratundersökning ²⁶/₅ 1916.

Ståndortsanteckning.

Träd y.

Alnus glutinosa bildar ett slutet bestånd.

Buskar str.

Prunus padus e.
Rosa cfr. *glauca* e.

Rubus idæus str.
Sorbus aucuparia e.

Gräs och örter y.

Anemone nemorosa
Spiræa ulmaria

Rikliga:

Urtica dioica

Strödda:

Geum urbanum

Melandrium silvestre

Spridda:

Aira cæspitosa
Anthriscus silvestris
Dactylis glomerata
Geum rivale

Glechoma hederacea
Melica nutans
Stachys silvatica
Viola palustris

Enstaka:

Cirsium palustre
Lysimachia vulgaris
Poa nemoralis

Ranunculus auricomus
» *repens*

Marken betäckes till huvudsaklig del av multnande allöv.

Undersökning av växternas saltpeterhalt.

Skarp reaktion:

Anthriscus silvestris, *Geum rivale*, *G. urbanum*, *Melandrium silvestre*, *Melica nutans*, *Poa nemoralis*, *Rubus idæus*, *Spiræa ulmaria*.

I närheten av den undersökta ytan, men på något torrare mark.

Skarp reaktion:

Chelidonium majus, *Convallaria majalis*, *Ribes alpinum*.

Ingen reaktion: *Anemone nemorosa*.

Lagringsprov. I Erlenmeyer-kolv lagrade prov bilda betydliga mängder salpeter. I ett försök under 3 månader höjdes halten salpeterkväve från 14 mg till 360 mg per kg jord (se tab. 7 nr 42.)

Ålskog. Ångermanland. Selsjön.

Beståndet har uppkommit på lermark, som blottades, när Selsjön sänktes för järnvägens framdragande. Beståndet är mycket väl slutet. Undersökt $\frac{26}{6}$ och $\frac{1}{7}$ 1914.

Ståndortsanteckning.

Träd y.

Alnus incana y.
Betula odorata e.

Populus tremula e.

Buskar och smärre träd str.

<i>Betula odorata</i>	spr.	<i>Salix aurita</i>	spr.
<i>Populus tremula</i>	»	» <i>caprea</i>	»
<i>Rubus idæus</i>	»	» <i>nigricans</i>	»

Ris spr.

Lycopodium annotinum spr.

Örter och gräs y.

<i>Aira cæspitosa</i>	str.-r.	<i>Ranunculus acris</i>	spr.
<i>Calamagrostis</i>	sp. str.	» <i>repens</i>	»
<i>Epilobium angustifolium</i>	str.	<i>Rubus arcticus</i>	»
<i>Oxalis acetosella</i> ,	»	<i>Urtica dioica</i>	»
<i>Trientalis europæa</i> ,	»	<i>Lysimachia thyrsiflora</i>	enst.
<i>Caltha palustris</i>	spr.	<i>Poa nemoralis</i>	»
<i>Fragaria vesca</i>	»	<i>Polystichum spinulosum</i>	»
		<i>Taraxacum officinale</i>	»

Marken betäckes av ett tunt lager multnande gråalslöv.

Undersökning av växternas nitrathalt ²⁶/₆ 1914.

Skarp reaktion:

Aira cæspitosa, *Calamagrostis* sp., *Epilobium angustifolium*, *Ranunculus acris* och *repens*, *Rubus idæus*, *Urtica dioica*.

Tydlig reaktion:

Fragaria vesca, *Trientalis europæa*.

Ingen reaktion:

Betula odorata, *Oxalis acetosella*, *Polystichum spinulosum*, *Rumex acetosa*.

Den ¹/₇ samlades prov på växter från en annan del av samma alskog.

Skarp reaktion:

Epilobium angustifolium, *Fragaria vesca*, *Rubus arcticus*, *Stellaria longifolia*, *Trientalis europæa*.

Tydlig reaktion:

Polypodium dryopteris.

Ingen reaktion:

Equisetum silvaticum, *Sorbus aucuparia*.

Bakterieundersökning. Jordprov nitrificera en ammoniumsulfatlösning, ehuru oxidationen av salpetersyrighet till salpetersyra går mycket långsamt.

Lagringsprov. Under förvaring i Erlenmeyer-kolv ökades halten nitratkväve från 4,5 mg till 30 mg pr kg jord under loppet av ²¹/₂ månad (se tab. 7 nr 1).

Jordmån. Tunt, luckert humuslager på en vittrad, fast och obearbetad lera.

VI. Örtrika granskogar.

Örtrik granskog. Södermanland. Nyköpings revir. Jönåkers häradsallmanning.

Skogsavdelningens provyta n:o 136, belägen nära Ålgölskvarn i Björkviks sn. Provytan, som har en areal av 0,41 har, hade år 1910 en ålder av 94 år, en total kubikmassa av 504 kbm per har, en grundyta av 42 kvm per har och en medelhöjd av 26,7 m. Beståndet efter tagandet av 30 provstamar ej alldeles fullt slutet. Ståndortsanteckningar och nitratundersökningar 29/5 1916.

Ståndortsanteckning.

Ris spr.

Lycopodium annotinum e.-spr.

Myrtillus nigra spr.

Örter och gräs r.-y.

Anemone nemorosa
Majanthemum bifolium

Rikliga:

Oxalis acetosella

Polypodium dryopteris

Strödda:

Veronica officinalis

Arenaria trinervia
Cerastium vulgatum
Luzula pilosa
Poa nemoralis

Spridda:

Polypodium phlegopteris
» *vulgare*
Polystichum spinulosum
Veronica chamædrys

Carex digitata
Epilobium angustifolium
Fragaria vesca

Enstaka:

Trientalis europæa
Viola riviniana

Mossor y.

Hylocomium proliferum
» *parietinum*
» *triquetrum*

Astrophyllum silvaticum
Dicranum majus
» *scoparium*
Thuidium tamariscinum

Undersökning av växternas nitratihalt.

Tydlig reaktion:

Luzula pilosa (några ind.), *Arenaria trinervia* (individ från en rishög),
Viola riviniana (ett individ), *Epilobium angustifolium*.

Ingen reaktion:

Polystichum spinulosum, *Luzula pilosa* (flertalet individ), *Arenaria trinervia* (undantag göra ind. från rishögen).

Lagringsprov. Ett prov bildade i Erlénmeyer-kolv under tre månader 280 mg salpeterkväve pr kg jord (se tab. 7 nr 38).

Jordmån. Under ett tunt, mera oförmultnat förnalager en ganska utpräglad mull. Marken utgöres av lera.

Örtrik granskog. Björkö-Arholma sn. Marum, gården Sandvik.
Tätt granbestånd, som starkt beskuggar marken.

Karaktärsväxter: *Anemone hepatica*, *Anemone nemorosa*, *Carex digitata*, *Viola riviniana*, *Sanicula europæa*, *Luzula pilosa*, *Hylocomium triquetrum* m. fl.

Undersökning av växternas nitrathalt ²⁰/₆ 1916.

Ingen reaktion:

Carex digitata, *Luzula pilosa*, *Sanicula europæa*, *Viola riviniana*.

Lagringsprov. Jorden bildar vid lagring salpeter. Ett prov bildade i Erlénmeyer-kolf under tre månader 24 mg salpeterkväve pr kg jord.

Örtrik granskog. Värmland. Mölnbacka bruk.

Skogsavdelningens provyta nr 190. Skogen 60 år, 400 kbm pr har (se även fig. 13). Vackert, väl slutet bestånd av gran. Moränen innesluter åtskilliga smärre block av hyperit.

Träd y.

Picea abies y.

Tilia cordata lågt träd, enst.

Betula odorata str.

Buskar och småträd spr.

Sorbus aucuparia spr.

Prunus padus enst.

Acer platanoides, 3 m hög, enst.

Rubus idæus »

Juniperus communis enst.

Viburnum opulus »

Ris fläckvis r.-y.

Myrtillus nigra r.-y.

Vaccinium vitis idæa spr.

Gräs och örter r.-flv. y.

Flv. ymnig:

Oxalis acetosella

Riklig:

Aira flexuosa

Strödda:

Calamagrostis arundinacea

Rubus saxatilis

Convallaria majalis

Trientalis europæa

Melampyrum silvaticum

Spridda:

Aira cæspitosa

Melica nutans

Fragaria vesca

Poa pratensis

Luzula pilosa

Viola riviniana

Enstaka:

Anemone hepatica
Angelica silvestris
Paris quadrifolia
Polystichum spinulosum

Solidago virgaurea
Veronica chamaedrys
 » *officinalis*

Mossor y.

Hylocomium parietinum } y.
 » *proliferum* }
 » *triquetrum* spr.

Astrophyllum sp. spr.
Bryum roseum spr.
Plagiochila asplenioides spr. fl.

Bakterieundersökning. Jordprov nitrificera endast långsamt WINOGRADSKYS lösning. Nitrit överföres med svårighet till nitrat (se tab. 3 nr 26).

Jordmån. Humustäcket, 4 à 5 cm mäktigt, är med undantag av den allra översta delen utpräglad mullartad, metmaskar anträffas här och där. Blekjorden, mullblandad, är endast svagt antydd, rostjorden av något ljusare färg än vanligt. Moränen är sandig med smärre, starkt vittrande block av hyperit. I springorna i de smärre, starkt vittrade hyperitblocken hava trädrötter trängt in.

Örtrik granskog eller granlund. Jämtlands län. Kronoparken Undrom, $\frac{1}{2}$ mil norr om Östersund i Ås socken.

Skogsavdelningens provyta nr 171. Skogen olikåldrig, medelålder c:a 116 år, de grövre träden 150 år, kubikmassa 508,8 kbm, grundyta 53,04 kvm.

Väl slutet bestånd av starkt växtlig gran. Juni 1912.

Ståndortsanteckning.

Ris rikl.

Myrtillus nigra r.
Linnæa borealis str.
Pyrola rotundifolia »
 » *secunda* »

Vaccinium vitis idæa str.
Lycopodium selago enst.
Pyrola uniflora »

Örter och gräs r.

Anemone hepatica

Rikliga:

Maianthemum bifolium

Aconitum septentrionale
Geranium silvaticum
Luzula pilosa

Strödda:

Oxalis acetosella
Polypodium dryopteris
Rubus saxatilis

Enstaka:

Alchemilla filicaulis
Carex digitata
Fragaria vesca
Geum rivale
Heracleum sibiricum
Hieracium cfr. *silvaticum*
Melampyrum silvaticum
Paris quadrifolia
Polygonum viviparum
Prunella vulgaris

Ranunculus auricomus
Saussurea alpina
Spiræa ulmaria
Solidago virgaurea
Thalictrum alpinum
Trientalis europæa
Veronica officinalis
Vicia silvatica
Viola riviniana

Mossor y.

Hylocomium triquetrum y.
» *proliferum* r.

Hypnum crista castrensis enst.
Dicranum scoparium e.

Längre ned i sluttningen övergår granskogen till en myr, utmärkt av ett stort antal kalkälskande växter. Längre ned emot myren förekomma i granskogen:

Cystopteris montana
Equisetum scirpoides
Listera ovata

Orchis maculata
Orobus vernus

Bakterieundersökning. Jordprov från de mer mullrika partierna i granskogen nitrificera jämförelsevis snabbt en ammoniumsulfatlösning; prov från platser med mera torvartad råhumus under blåbär åstadkomma icke någon oxidation av ammoniak (se tab. 4 nr 33 och 34). Jordens peptonspaltningförmåga betydande (se tab. 1 nr 6).

Växternas nitrathalt ej undersökt, ej heller jordens kvantitativa salpeterbildningsförmåga.

Jordmån. Mäktigt mullager (20—30 cm), övergående utan blekjord i en mera chokladbrun rostjord, så småningom övergående i en mera ljus moränmängel.

Örtrik granskog. Lappland. Vilhelmina sn. Kronoparken Björnberget. Granskog kring Björnbäcken. Alunskiffermorän.

Dimensionsblådad granskog, omkringsfluten av Björnbäckens grenar. Någon granföryngning i luckorna.

Ståndortsanteckning ²⁶/₇ och undersökning av växternas nitrathalt ²⁷/₇ 1915.

Ståndortsanteckning.

Ris förekomma huvudsakligen kring stubbarna och vid foten av trädstammarna.

Myrtillus nigra r. på stubbar
Linnæa borealis str.
Pyrola minor »
» *uniflora* »

Lycopodium annotinum spr.
Pyrola secunda »
Lycopodium alpinum e.

Gräs och örter r.-y.

Rikliga:

Aconitum septentrionale str.-r. i luckor
Epilobium angustifolium » » »
Geranium silvaticum » » »
Oxalis acetosella
Polypodium dryopteris
Viola biflora str.-r.

Strödda:

Aira flexuosa
Melampyrum silvaticum
Trientalis europæa

Spridda:

Anthoxanthum odoratum
Gnaphalium norvegicum
Luzula pilosa
Melica nutans
Mulgedium alpinum
Pylygonum viviparum
Rumex arifolius
Solidago virgaurea
Taraxacum officinale
Trollius europæus

Enstaka:

Milium effusum

Mossor y.

Hylocomium proliferum y.*Hypnum crista castrensis* str.» *parietinum* r.*Jungermannia* sp. spr.

Undersökning av växternas nitrathalt.

Svag reaktion:

Rubus idæus, några individ, eljes o.

Ingen reaktion:

Epilobium angustifolium, *Geranium silvaticum*, *Oxalis acetosella*, *Viola biflora*.

Bakterieundersökning. Jordprov framkalla endast en svag nitrifikation i en ammoniumsulfatlösning.

Lagringsprov. Ett jordprov ökade sin halt av salpeterkväve under två månader från 5 mg till 12 mg pr kg jord (se tab. 7 nr 61).

Jordmån. En mörkbrun, något mineraljordsblandad mull med en mäktighet av 30—32 cm, övergående i en upptill mörkfärgad morän med alunskifferstycken. Dock huvudsakligen av urbergsmaterial.

Örtrik granskog. Lappland. Vilhelmina sn. Djupdal. Sluttning mot öster i lutningsgraden 32 : 100.

Marken fuktas av genomsilande eller överrinnande vatten, allt efter fuktigheten växlar markbetäckningen mycket starkt. Beståndet är luckigt med vacker återväxt i luckorna. Undersökt ²⁹/₇ 1915.

Ståndortsbeskrivning.

Beståndet bildas till väsentlig del av gran med spridda insprängda björkar (*Betula odorata*) och rönnar. Buskar förekomma spridda, på fuktigare platser *Salix lapponum* och *S. nigricans*, för övrigt förekomma *Ribes rubrum*, *Prunus padus*, *Juniperus communis*. Örtvegetationen är synnerligen rik, framförallt där marken är mera genomfuktad. Såsom mera framträdande arter kunna nämnas *Aconitum septentrionale*, *Geranium silvaticum*, *Polypodium phegopteris*, *Majanthemum bifolium*, *Oxalis acetosella*, *Anthriscus silvestris*, *Epilobium angustifolium*, *Ranunculus acris*, *Rubus idæus* och *saxatilis*, *Mulgedium alpinum*, *Phleum alpinum*, *Gnaphalium norvegicum* m. fl. På de fuktigaste platserna anträffas *Stellaria nemorum*, *Viola biflora*, *Spiræa ulmaria*, *Aira cæspitosa*, *Geum rivale*, *Alchemilla vulgaris*, *Trollius europæus*, *Epilobium hornemannii*, *Melandrium silvestre*, *Rumex arifolius* m. fl. I markbetäckningen ingå *Hylocomium proliferum* och *triquetrum* mera spridd, *Jungermannia lycopodioides* bildari nom beståndet ganska vida jämna, mattor, här och där tuvor av *Sphagnum acutifolium* och *russowii*. Även ris uppträda i markvegetationen. På de torrare partierna förhärskar risen, på de fuktigare örterna; några skarpa gränser finnas naturligtvis ej, en brokig, mosaikartad omväxling av smärre associationer kläder marken. Bland risen märkes först och främst blåbärsriset, men därjämte förekomma lingon, *Linnæa*, *Pyrola uniflora*, *secunda* och *minor* samt *Empetrum nigrum*.

Undersökning av växternas nitrathalt.

Fuktigare delar av granlunden.

Skarp reaktion:

Geum rivale, *Stellaria nemorum*, *Aira cæspitosa*.

Ingen reaktion:

Aconitum septentrionale, *Alchemilla vulgaris*, *Epilobium hornemanni*, *Marchantia polymorpha*, *Myosotis silvatica*, *Rumex arifolius*, *Spiræa ulmaria*.

Torrare partier av granlunden.

Ingen reaktion:

Rubus idæus, *Viola biflora*, *Spiræa ulmaria*.

Bakterieundersökning. Jordprov nitrificera, men mycket långsamt, en ammoniumsulfatlösning.

Lagringsprov. Ett jordprov, som några månader förvarats i väl sluten glasburk, ökade i Erlenmeyer-kolv under tyå månader sin halt av nitratkväve från 30 mg till 60 mg pr kg jord (se tab. 7 nr 56).

Jordmån: Marken utgöres av en starkt sluttande, på alunskiffer rik morän. Överst ett 5—7 cm mäktigt, luckert mulljordsskikt, övergående i ett starkt mullblandat, 50 cm mäktigt skikt, som underlagras av en mera kompakt alunskiffermorän, till färgen svart med bruna fläckar.

Örtrik granskog eller granlund. Norrbotten. Piteå socken. Rokliden, strax ovanför Rokån.

Från Tväråliden ned emot Rokån sluttar moränliden så småningom. Det svagt undulerande moränlandskapet intages omväxlande av sluttande myrar och svagt växtliga, torra eller försumpade, lavbehängda granskogar. Närmare Rokån blir slutningen betydligt starkare än förut. Strax nedanför högsta marina gränsen övergår moränen i ett av vågorna starkt bearbetat, lätt genomsläpande strandgrus. Skogen har en utomordentligt vacker växtlighet (se även fig. 14.) Ståndortsant. sept. 1914.

Ståndortsanteckning.

Träd y.

Picea abies r.

Betula odorata r.

Buskar r.

Betula odorata r.

Sorbus aucuparia str.

Rubus idæus str.

Ris r-y.

Myrtillus nigra r-y.

Linnæa borealis spr.

Vaccinium vitis idæa str.

Pyrola secunda »

Lycopodium annotinum spr.

Örter och gräs r-y.

Geranium silvaticum str.-r.

Asplenium filix femina str.

Polypodium dryopteris »

Cornus suecica »

» *phegopteris* »

Rubus saxatilis »

<i>Epilobium angustifolium</i> str.	<i>Mulgedium alpinum</i> spr.
<i>Calamagrostis</i> sp. spr.	* <i>dilatatum</i>
<i>Equisetum silvaticum</i> »	<i>Polystichum</i> »
<i>Melica nutans</i> »	<i>Solidago virgaurea</i> »
	<i>Trientalis europæa</i> »

Mossor y.

<i>Hylocomium parietinum</i> } y.	<i>Dicranum scoparium</i> spr.
» <i>proliferum</i> }	<i>Hypnum crista castrensis</i> »
<i>Sphagnum girgensohnii</i> r.	

Undersökning av växternas nitrathalt.

Aug. 1916.

Ingen reaktion:

Epilobium angustifolium, *Rubus idæus*.

Bakteriologisk undersökning. Jordprov nitrificera, om än långsamt, Winogradskys lösning (se tab. 2 nr 8). Ammoniakavspaltningförmågan vida större än i mossrika granskogar (se tab. 1 nr 9).

Jordmån. Mäktigt, ganska luckert mullager, vilande på svallgrus. Gruset ej eller föga podsolerat. Marken genomspolas av syrehaltigt vatten (se HESSELMAN 1910).

VII. Örtrika tallskogar.

Ört- och gräsrik tallskog. Gottland. Skogsholms krpk nordost om Visby. (Se fig. 15 och fig. 16). Ståndortsant. maj 1910.

Ståndortsanteckning.

Träd.

Pinus silvestris bildar ett svagt slutet bestånd.

Buskar och låga träd spr.-str.

<i>Corylus avellana</i> str.	<i>Cratægus oxyacantha</i> enst.
<i>Hedera helix</i> str. dels klättrande	<i>Prunus spinosa</i> »
på tallstammarna, dels utbredd på	<i>Pyrus malus</i> »
marken	<i>Rhamnus cathartica</i> »
<i>Cotoneaster vulgaris</i> spr.	» <i>frangula</i> »
<i>Juniperus communis</i> »	<i>Rubus cæsius</i> »
<i>Rosæ</i> sp. »	<i>Sorbus aucuparia</i> »
<i>Berberis vulgaris</i> enst.	» <i>scandica</i> »

Ris smärre fläckar rikl., eljes enst.

Calluna vulgaris flv. r.

Vaccinium vitis idæa enst.

Örter och gräs y.

Rikliga-ymniga:

<i>Anemone nemorosa</i> r-y.	<i>Viola silvatica</i> r.
» <i>hepatica</i> r.	<i>Sesleria cærulea</i> »

Strödda—rikliga:

*Brachypodium silvaticum**Scorzonera humilis*

Strödda:

*Anthoxanthum odoratum**Pteris aquilina**Geranium silvaticum**Spiraea filipendula*» *sanguineum**Viola riviniana**Orobanchus tuberosus*

Spridda:

*Fragaria vesca**Orchis mascula**Hieracium* cfr. *silvaticum**Primula officinalis**Luzula pilosa**Ranunculus acris**Melica nutans**Rubus saxatilis**Taraxacum officinale*

Enstaka:

*Aira flexuosa**Hypericum perforatum**Ajuga pyramidalis**Lathyrus pratensis**Campanula persicifolia**Poa pratensis**Carex glauca**Ranunculus auricomus**Cirsium acaule*» *polyanthemus**Dactylis glomerata**Succisa pratensis*

Mossor y.

Hylocomium triquetrum y.*Hypnum purum* spr. fl.

Bakteriologisk undersökning. Jordprov framkalla nitrifikation i Wino-gradskys lösning (se tab. 20 nr 3). — Växternas salpeterhalt och markens nitrifikationsförmåga ej undersökta.

Jordmån. Markprofilen visar följande. Ett 10 cm mäktigt, utpräglat, mycket luckert mullager underlagras av c:a 10 cm mäktigt, mullhaltigt mineraljordsskikt övergående i ett c:a 20 cm mäktigt, till färgen rostrött skikt, som så småningom övergår i den kalkhaltiga moränen. På 0,5 m:s djup tydlig fräsning med saltsyra, därovanför ingen fräsning.

VIII. Mossrika barrskogar.

Barrblandskog. Södermanland. Jönåkers häradsallmänning. Björkviks socken. Skogsavdelningens provyta n:o 141. (Beskrivning se närmare GUNNAR SCHOTTE: Sveriges virkesrikaste skogsbestånd. Meddelanden från Statens skogs-försöksanstalt 1912.)

Beståndet bildas av tall och gran, enligt skogligt beteckningssätt utgör trädslagsblandningen tall 0,7, gran 0,3. Ståndortsanteckning maj 1915, nitratundersökningar maj 1916.

Markbetäckning.

Ris str.

Lycopodium annotinum e.*Pyrola secunda* smärre spr. fläckar*Myrtillus nigra* »

rikl.

Örter spr.

Goodyera repens e.*Oxalis acetosella* spridda smärre fläckar rikl.

Mossor rikl.

Hylocomium parietinum } rikl.
 » *proliferum* }
 » *triquetrum* e.

Hypnum cupressiforme på stenar
Dicranum sp. » »

Beståndet hör till våra ståtligaste och virkesrikaste. Det beräknades år 1909 ha en ålder av 150 år, en medelhöjd av 28,8 m och en kubikmassa av 951 kbm per hektar. Inom en mindre fläck om 0,049 hektar beräknades massan per hektar till 1,482 kbm. Där fanns i markbetäckningen *Oxalis*.

Mosstäckets jämförelsevis svagt, tillbakahållet av det rikliga barr- och barkavfallet; fläckvis utgöres markbetäckningen uteslutande av barr.

Bakteriologisk undersökning. Jordprov från mullartade fläckar nitrificera ej en ammoniumsulfatlösning. Ammoniakavspaltningens förmågan ganska stor (se tab. 1 nr 32).

Prov från mera mullartade partier denitrifiera ej GILTAVS lösning, ett prov från mindre mullartad mark denitrifierar den egendomligt nog (se tab. 6 nr 13 och 14).

Lagrigsprov. Ett prov, lagrat i Erlenmeyer-kolv höjde under åtta veckor halten saltpeterkväve från 0,3 mg till 0,4 mg per kg jord (se tab. 7 nr 25), en höjning som knappast kan tas i betraktande.

Jordmån. Under mosstäckets finns, i synnerhet där *Oxalis* växer, ett utpräglad, av maskar väl genomarbetad, luckert humuslager av mullkaraktär och av 4—6 cms mäktighet.

Där *Oxalis* saknas, har humuslagret ungefär samma mäktighet och utseende som i provytan 138 (se nedan).

Barrblandskog. Södermanland. Jönåkers häradsallmänning. Björkviks socken. Skogsavdelningens provyta n:o 138. (Beskrivning se närmare GUNNAR SCHOTTE: Sveriges virkesrikaste skogsbestånd. Meddelanden från Statens skogs-försöksanstalt 1912.)

Beståndet bildas av tall, gran och björk och enligt skogligt betäckningssätt utgöres trädslagsblandningen av tall 0,7 och gran 0,3. Ståndortsanteckning och nitratunders. som å föregående provyta.

Markbetäckning.

Ris enst. svagt utv.

Myrtillus nigra e.*Vaccinium vitis idæa* e.

Örter och gräs enst.-spr.

*Anemone nemorosa**Majanthemum bifolium**Goodyera repens**Monotropa hypopithys**Luzula pilosa*

Mossar y.

Hylocomium parietinum r.

» *proliferum* str.

Hypnum crista castrensis spr.

Polytrichum commune e.

Dicranum undulatum »

» sp. »

Sphagnum girgensohnii »

Anemone nemorosa förekommer endast inom några små, obetydliga fläckar inom beståndet. Angående dennas och en del andra växters uppträdande, se kartan hos SCHOTTE. Mosstäcket är ej särdeles yppigt utvecklat, starkt bestrött med barr, kvistar och barkbitar.

Undersökning av växternas salpeterhalt.

Från olika delar av de mossrika barrblandbestånden inom Björkviks socken av Jönåkers häradsallmänning insamlade växter gävo samtliga vid undersökning negativt resultat, bland dem även *Luzula pilosa* och *Trientalis europæa*.

Bakteriologisk undersökning. Jordprov av humustäcket och den underliggande humusblandade mineraljorden nitrificera ej en ammoniumsulfatlösning. GILTAYS lösning denitrifieras ej eller ock ytterst långsamt och oregelbundet (se tab. 6 nr 15 och 16).

Lagringsprov. Vid lagring bildas mycket obetydliga mängder salpeterkväve. Under ett försök bildade under åtta veckor ett prov av humustäcket 1,2 mg salpeterkväve per kg jord, ett prov av den humusrika sanden höjde ej salpeterhalten från 0,4 mg per kg jord (se tab. 7 nr 23 och 24). På samma sätt förhöll sig under tretton veckors lagring (sommaren 1916) ett nytt prov av humustäcket, vid början och slutet funnos i jorden 0,4 mg salpeterkväve per kg jord. Ett prov från marken med *Anemone nemorosa* höjde under samma tid halten salpeterkväve från 0,5 mg till 1 mg per kg jord (se tab. nr 39 och 40). Prov från ett annat bestånd av i huvudsak samma beskaffenhet höjde under tretton veckor halten salpeterkväve från 0 till 0,4 mg per kg jord.

Jordmån. För mellersta Sveriges bästa barrskogsmarker typisk jordprofil med föga utvecklad blekjord, något humusblandad och tämligen lucker, ljst roströd rostjord.

Under det tämligen löst liggande mosstäcket finnes ett cirka 5 à 6 cm mäktigt, huvudsakligen av mossrester bildat skikt, som är ganska luckert, men dock har råhumuskaraktär. Under humustäcket ett par cm blekjord. Beståndet hör till vårt lands grannaste och virkesrikaste. Det beräknades år 1909 ha en ålder av 140 år, en medelhöjd av 28,5 m och en kubikmassa av 847 kbm per har. Inom ett område av 0,116 ha beräknas massan uppgå till 1,157 kbm per har. Detta område har en särdeles enförmig markbetäckning av vanliga skogsmossor. Marken hör således till våra allra bästa skogsmarker.

Mossrik barrblandskog. Södermanland. Ornö s.n. Bodal. Aug. 1915.

Barrblandskog av i skärgården karaktäristiskt slag. Markbetäckning av lingonris, blåbärsris, *Luzula pilosa* (spr.) samt mosstäcke av *Hylocomium parietinum* och *Dicranum undulatum*. Humustäcket har utpräglad råhumusstruktur, mineraljorden utgöres av föga vittrat svallgrus.

Lagringsprov. Under nio veckors lagring bildades endast 0,3 mg salpeterkväve per kg jord (se tab. 7 nr 17).

Mossrik barrblandskog. Ångermanland. Utmed järnvägen Selsjön—Skorped, strax ovanför Ångermanälven.

Undersökningar vid olika tillfällen 1913—1915.

Barrblandbeståndet består av gran och tall med någon insprängning av björk och asp. Markbetäckningen är den normala och består av de vanliga mossorna *Hylocomium proliferum*, *H. parietinum*, *Hypnum crista castrensis*, *Dicranum*-arter, *Polytrichum commune*. Bland risen, som i det tämligen väl slutna beståndet ej ha nått någon vidare frodig utveckling, märkas främst blåbär och lingon. Bestånden äro något influerade av kulturen, vilket mest märkes på något fuktigare mark. Av örter och gräs märkas främst *Majanthemum bifolium*, *Trientalis europæa*, *Polypodium dryopteris*, *Luzula pilosa*, *Aira flexuosa*, *Melampyrum silvaticum*, men därjämte påträffas på spridda ställen *Polypodium phegopteris*, *Hieracium* sp., *Fragaria vesca*, *Pyrola rotundifolia*, *Rubus arcticus*, *Solidago virgaurea*, *Epilobium angustifolium* och *Rubus idæus*.

Undersökning av växternas salpeterhalt ²⁹/₆ 1914.

Ingen reaktion:

Alnus incana, *Polypodium dryopteris*, *P. phegopteris*, *Hieracium* sp., *Rubus arcticus* och *idæus*, *Epilobium angustifolium*, *Majanthemum bifolium*, *Trientalis europæa*, *Solidago virguarea*, *Pyrola rotundifolia*, *Myrtillus nigra*, *Vaccinium vitis idæa* m. fl.

Bakteriologisk undersökning. Talrika prov ha undersökts. Proven ha insamlats på för barrskogen typiska markbetäckningspartier. Proven ha ej framkallat nitrifikation i en ammoniumsulfatlösning, ej heller denitrifikation i GILTAYS lösning (se tab. 6 nr 5). Ammoniakavspaltningsförmågan större där humustäcket har antydan till mullstruktur, än där det är utpräglat humus-artadt (se tab. 1 nr 21 och 22, 25 och 26).

Lagringssprov. Vid lagring i Erlenmeyer-kolv bildas endast minimala mängder salpeter. I ett försök, som varade elva veckor, ökades halten nitratkväve från 0,2 mg till 0,4 mg per kg jord, i ett annat, som pågick under åtta veckor, bildades 0,5 mg nitratkväve per kg jord (se tab. 7 nr 3 och 31).

Jordmån. Humustäcket har i regel en utpräglad råhumusstruktur, dess mäktighet uppgår dock vanligen till några få cm. På mera lerrika platser (beståndet befinner sig under högsta marina gränsen) har humustäcket utpräglad klumpstruktur, metmaskar förekomma sparsamt. Blekjorden är i allmänhet endast föga utvecklad.

Mossrik granskog. Jämtland. Bräcke revir, Ammers krpk.

Beståndet består av gran med någon insprängd asp och enstaka tall. Beståndet väl slutet, buskar och yngre träd saknas. Övergångstyp till örtrik granskog. Ståndortsant. 15 sept. 1915.

Markbetäckning.

Ris r.

Vaccinium vitis idæa r.
Linnæa borealis spr.
Myrtillus nigra spr.

Lycopodium annotinum spr.
Pyrola secunda »
» *rotundifolia* »

Gräs och örter str.-r.

<i>Polypodium dryopteris</i> r.	<i>Luzula pilosa</i> spr.
<i>Oxalis acetosella</i> r.	<i>Goodyera repens</i> »
<i>Aira flexuosa</i> spr.-str.	<i>Vicia sepium</i> »
<i>Hieracium</i> cfr. <i>silvaticum</i> »	» <i>silvatica</i> »
<i>Orobus vernus</i> spr.	<i>Rubus saxatilis</i> e.
<i>Geranium silvaticum</i> »	<i>Solidago virgaurea</i> e.

Mossor y.

<i>Hylocomium proliferum</i> y.	<i>Hypnum crista castrensis</i> spr. fl.
» <i>parietinum</i> str.	<i>Bryum roseum</i> e.
» <i>triquetrum</i> flv. spr.	<i>Plagiochila asplenoides</i> e.

De mera mullälskande örterna, såsom *Vicia sepium*, *V. silvatica*, *Orobus vernus*, *Rubus saxatilis*, hålla sig mest till smärre sänkor i marken, men förekomma sparsamt även på mera jämn mark. Där sänkorna äro mera utpräglade, är vegetationen mer avvikande, där kan den ha full mullkaraktär, vilket nedan anförda två exempel till fullo visa:

Sänka nr 1:

<i>Anemone hepatica</i>	<i>Oxalis acetosella</i>
<i>Fragaria vesca</i>	<i>Aira flexuosa</i>
<i>Geranium silvaticum</i>	<i>Lycopodium annotinum</i>
<i>Trifolium pratense</i>	<i>Hylocomium proliferum</i>
<i>Veronica chamædrys</i>	» <i>triquetrum</i>
<i>Viola riviniana</i>	<i>Dicranum scoparium</i>

Sänka nr 2:

<i>Fragaria vesca</i>	<i>Pyrola secunda</i>
<i>Vicia sepium</i>	<i>Vaccinium vitis idæa</i>
<i>Rubus saxatilis</i>	<i>Linnæa borealis</i>
<i>Lathyrus pratensis</i>	<i>Goodyera repens</i>
<i>Oxalis acetosella</i>	<i>Aira flexuosa</i>
<i>Orobus vernus</i>	<i>Hylocomium proliferum</i>
<i>Luzula pilosa</i>	» <i>parietinum</i>
	<i>Hypnum crista castrensis</i>

Även i sänkorna finnes sålunda en blandning av mullväxter (t. ex. *Anemone hepatica*) och råhumusväxter (t. ex. *Aira flexuosa*).

Bakteriologisk undersökning. Jordprov från mullfläckar med *Anemone hepatica* eller *Fragaria vesca* nitrificera mycket långsamt en ammoniumsulfatlösning, jordprov från andra delar framkalla ej nitrifikation.

Lagringssprov. Prov från den mera normala markvegetationstypen utan örter bildade vid lagring under åtta veckor 0,7 mg salpeterkväve per kg jord (se tab. 7 nr 29).

Jordmån. Ett mer tunt råhumuslager å blekjord. I sänkorna med örter mer mullartad humus.

Mossrik granskog med tall. Jämtland. Bräcke revir, Ansjö krpk., sluttning mot Dånmyren. Skogen genomrinnas av bäcken, vars vegetation närmare skildras å sid. 453.

Beståndet vackert och mycket väl slutet, genomgallrat. Ståndortsant. sept. 1915.

Ståndortsanteckning.

Träd r.-y.

Picea abies r.-y.*Pinus silvestris* spr.*Betula verrucosa* spr.*Populus tremula* e.

Ris m. spr.

Vaccinium vitis idæa spr.*Lycopodium annotinum* spr.

Örter m. spr.

Aira flexuosa spr.*Goodyera repens* e.*Hieracium* sp. e.*Luzula pilosa* e.*Solidago virgaurea* e.

Mossor y.

Hylocomium proliferum } y.*Hypnum crista castrensis* }*Hylocomium parietinum* spr.*Dicranum scoparium* spr.*Polytrichum commune* e.» *juniperinum* e.

Lavar e.

Cladonia.

Bakteriologisk undersökning. Prov av mera multnad humus förmå ej framkalla nitrifikation i en ammoniumsulfatlösning.

Lagringsprov. Jordprov, lagrade i Erlenmeyer-kolv, höjde under åtta veckor halten salpeterkväve från 0,4 mg till 0,8 per kg jord. (se tab. 7 nr 27).

Jordmån. Ganska tunn, ej vidare utpräglad råhumus. Blekjorden ej vidare mäktig, 4 à 5 cm. Moränsuttning.

Mossrik granskog. Jämtland. Bräcke revir, Ansjö krpk. En halv km väster om Grästjärn.

Väl slutet bestånd om c:a 160 år, höjden 20 à 22 m, enstaka asp insprängd i beståndet. Ståndortsant. sept. 1915.

Markbetäckning.

Ris y.

Myrtillus nigra r.-y.*Vaccinium vitis idæa* str.*Linnæa borealis* spr.*Lycopodium annotinum* spr.» *complanatum* spr.*Pyrola chlorantha* e.

Örter och gräs str.

Melampyrum silvaticum n. rikl.*Aira flexuosa* str.*Trientalis europæa* spr.-str.*Luzula pilosa* spr.*Majanthemum bifolium* spr.*Polypodium dryopteris* spr.*Geranium silvaticum* e.*Goodyera repens* »*Oxalis acetosella* » fl.*Solidago virgaurea* »

Mossor y.

Hylocomium proliferum y.» *parietinum* str.*Hypnum crista castrensis* »*Dicranum scoparium* spr.*Dicranum undulatum* spr.*Jungermannia* »*Polytrichum commune* e.

Bakteriologisk undersökning. Humusprov från de mest multnade delarna framkalla icke nitrifikation.

Lagringsprov: Prov, lagrat i Erlenmeyer-kolv, bildar under åtta veckor 0,8 mg salpeterkväve per kg jord (se tab. 7 nr 28).

Jordmån. Under mosstäcket ett tunnare, 5 à 6 cm mäktigt humuslager av ej särdeles råhumusartad karaktär. Enstaka metmaskar anträffas. Blekjorden har en mäktighet av 5—8 cm, därunder rostjord av mera lucker beskaffenhet.

Mossrik granskog. Västerbotten. Degerfors sn och revir, krpk. Gransjöberget. ^{11/7} 1910.

Stark sluttning mot nordost. Övergångstyp till örtrik granskog.

Ståndortsanteckning. (Se även fig. 19).

Träd, väl slutet bestånd.

Picea abies y.

Betula odorata spr.

» *verrucosa* e.

Alnus incana »

Pinus silvestris e.

Populus tremula »

Salix caprea »

Ris r.

Myrtillus nigra str.-r.

Vaccinium vitis idæa »

Linnæa borealis str.

Pyrola secunda str.

» *uniflora* »

Lycopodium annotinum spr.

Gräs och örter r.

Polypodium dryopteris r.

» *phegopteris* str.

Geranium silvaticum spr.

Hieracium cfr. » »

Listera cordata »

Luzula pilosa »

Majanthemum bifolium spr.

Melampyrum silvaticum »

Oxalis acetosella »

Trientalis europæa »

Aira flexuosa e.

Mulgedium alpinum e.

Polystichum dilatatum »

Mossor y.

Hylocomium parietinum } y.

» *proliferum* }

» *triquetrum* e. fl.

Hypnum crista castrensis str.

Polytrichum commune str.

Plagiochila asplenioides spr.

Dicranum scoparium »

Astrophyllum sp. »

Gräsen utomordenligt vacker och växtlig. Träden nå en höjd av 24 à 25 m vid 100 år.

Bakteriologisk undersökning. Jordprov nitrificera ej WINOGRADSKYS lösning (se tab. 3 nr 3).

Jordmån. Åtta cm mäktigt, tämligen luckert humuslager. Blekjord c:a 20 cm.

VIII. Växtsamhällen å torvmark.

Vegetation kring avloppet från en källa. Jämtland. Håsjö sn. Ansjö krpk i Bräcke revir. Kallkälla och dess avlopp i kanten av Dånmyren vid »jägmästarekojan». Kraftig källa, c:a en meter i diameter vid dagöppningen,

temperatur i sept. 1915, + 4,5° C. Ståndortsanteckning ¹⁶/₇ 1915, nitratundersökningar ¹⁶/₇ och ¹³/₉ 1915.

Vegetation närmast omkring källan.

Buskar spr.

Betula odorata små låga individ.

Ris str.

Oxycoccus palustris str.

Vaccinium vitis idæa spr.

Empetrum nigrum spr.

Örter och gräs r.

Equisetum pratense r.

Carex vaginata spr.

Carex dioica spr.

Rumex arifolius »

» *canescens* »

Mossor y.

Sphagnum angustifolium r.

Hypnum crista castrensis spr.

» *russovii* »

Sphaerocephalus palustris »

Hylocomium proliferum str.

Amblystegium stramineum »

Avloppet från källan slingrar sig såsom mindre rännilar, utmärkta av en från den övriga markytan starkt skiljaktig vegetation.

I och närmast kring rännilarna antecknas:

Cardamine amara r.

Epilobium hornemanni str.

Stellaria nemorum r-y.

Rumex arifolius »

Equisetum pratense »

Geum rivale fl. y.

Poa pratensis str-r.

Carex dioica str.

» *sudetica* str.

» *vaginata* »

Mossor r-y.

Acrocladium cuspidatum

Hypnum rivulare

Astrophyllum cuspidatum

Hylocomium proliferum

Bryum duvalii

Philonotis fontana

Undersökning av växternas nitrathalt.

¹⁶/₅ 1915.

Skarp reaktion:

Cardamine amara, *Epilobium hornemanni*, *Stellaria nemorum*.

Tydlig reaktion:

Poa sudetica.

Ingen reaktion:

Geum rivale.

¹³/₉ 1915.

Skarp reaktion:

Stellaria nemorum, exemplar från rännil.

Tydlig reaktion:

Epilobium hornemanni

Ingen reaktion:

Stellaria nemorum, individ från det omgivande *Sphagnum*-täcket.

Bakteriologisk undersökning. Jordprov framkalla om än mycket långsamt nitrifikation i en ammoniumsalpeterlösning.

Lagringsprov. Prov från jorden kring avloppet inlagrades i ett kärl under mycket vatten och genomluftades kraftigt medelst en luftström under en månad. Härunder bildades endast 0,6 mg salpeterkväve per kg jord. Ett torvprov från torven kring källan bildade vid lagring utan överstående vatten 2,4 mg. salpeterkväve per kg jord under loppet av två månader (se vidare tab. 7 nr 30 och 33).

Hösten 1915 fortsattes avdikningen av Dånmyren, varvid källans avlopp fördes bort genom ett dike. Hösten 1916 (4/9) var vegetationen kring källans avlopp rätt så förändrad.

Stellaria nemorum och *Epilobium hornemanni* voro vida mindre kraftiga än året förut, *Stellaria* från den torrlagda avloppsranen ger ej nitratreaktion, ehuru den året förut i september gav skarp reaktion. *Stellaria nemorum*, växande på dikeskanten och på uppkastad, välmultnad dikesjord (torv) ger däremot skarp reaktion.

Jordprov från källans ännu fuktiga avlopp behandlades på samma sätt som förut. Efter en månads lagring under vatten och kraftig genomluftning höjdes halten salpeterkväve från 0,8 mg till 9 mg per kg jord. Jordprov från ett torrt parti av avloppet gav vid omedelbar undersökning en halt av 32 mg salpeterkväve per kg jord, höjde vid lagring under fjorton veckor utan vattentillsats halten salpeterkväve till 270 mg, men sänkte vid genomluftning och vid lagring under vatten salpeterhalten till 12 mg salpeterkväve pr kg jord under loppet av fyra veckor (se tab. 7 nr 53—55).

Vattenprov från källan, tagna den 4/9 1916 och tillsatta med kloroform, gävo vid omedelbart utförd analys en halt av 0,05 mg salpeterkväve per liter vatten. Ett vattenprov från källans avlopp, på samma sätt behandlat, gav endast 0,017 mg salpeterkväve per liter vatten.

Jordmån. Torven i källans avlopp har en lucker, nästan mulliknande struktur, medan marken för övrigt är utpräglad torvartad.

Kärr. Halland. Voxtorps sn. Krpk Vallåsen å Hallandsås.

Kärret är utbildat omkring en liten bäck, kommande från mossarna på Hallandsås. Torven är helt grund, medelstora stenblock sticka upp ur torvlagret. Marken är översvämmad, när bäcken dämmes upp för att skaffa vatten till den nedanför kronojägarbostället Klippan belägna lilla sågen.

Den antecknade associationen intar en liten rännformig sänka i marken. Ståndortsanteckning och nitratundersökning 29 maj 1915.

Ståndortsanteckning.

Buskar små, låga, ej höjande sig över starrvegetationen.

Salix aurita str.

Gräs och örter r.

Rikliga.

Carex rostrata
Galium palustre

Ranunculus flammula
Viola palustris

Strödda:

Carex canescens
» *goodenowii*
Comarum palustre

Equisetum palustre
Juncus filiformis

Spridda:

Juncus effusus

Juncus supinus

Mossor r.

Sphagnum subsecundum

Undersökning av växternas nitrathalt.

Viola palustris, kraftig reaktion.

Bakteriologisk undersökning: Jordprov nitrificera mycket långsamt en ammoniumsulfatlösning. GILTAVS lösning denitrifieras snabbt under utveckling av stora gasblåsor (se tab. 6 nr 20).

Lagringsprov. Under lagring bildas betydande mängder salpeter. Ett prov höjde under 24 veckor halten nitratkväve från 1 mg till 160 mg pr kg jord (se tab. 7 nr 11).

Kärr. Halland. Voxtorps sn. Kronoparken Vallåsen å Hallandsås.

Kärräng invid kärret kring bäcken i föregående ståndortsbeskrivning. Ståndortsanteckning och nitratundersökningar maj 1915.

Buskar enst.

Betula odorata lågt ex.

Ris spr.

Calluna vulgaris lågt ex.

Gräs och örter y.

Aira caespitosa r.
Carex goodenowii str.-r.
Viola palustris str.-r.
Rumex acetosa str.
Anemone nemorosa spr.

Carex panicea spr.
Comarum palustre spr.
Hieracium pilosella spr.
Juncus effusus spr.
Leontodon autumnale spr.
Peucedanum palustre spr.

Mosstäcke rätt väl utv.

Polytrichum commune r.-y.

Sphagnum girgensohnii r.-y.
» *subsecundum* »

Undersökning av växternas nitralhalt.

Cirsium palustre, stor nitrathalt i rosettbladens bas.

Bakteriologisk undersökning. Jordprov framkalla i en ammoniumsulfatlösning endast en svag nitritbildning. GILTAVS lösning denitrifieras snabbt under utveckling av stora gasblåsor (se tab. 6 nr 21).

Lagringsprov. Under lagring bildas rikligt med salpeter. I ett försök höjdes under 24 veckor halten salpeterkväve från 18 mg till 240 mg pr kg jord (se tab. 7 nr 10).

Kärr. Södermanland. Ornö sn. Mörby.

Ett helt obetydligt litet kärr, omgivet av al och enstaka granar och där-
omkring av en löväng. Kärret c:a 4 m brett och 6 m långt, stående i för-
bindelse med en helt obetydlig liten bäck. Ståndortsanteckning ¹⁶/₈, nitrat-
undersökningar ¹⁷/₆ och ¹⁶/₈ 1915.

Ståndortsanteckning.

Gräs och örter y.

Aira cæspitosa
Calamagrostis lanceolata

Agrostis vulgaris
Caltha palustris

Carex flava
Comarum palustre

Anemone nemorosa
Briza media
Carex panicea
Galium palustre
» *uliginosum*

Rikliga:

Cirsium palustre
Spiræa ulmaria

Strödda:

Geum rivale

Spridda:

Hypericum quadrangulum
Ranunculus acris

Enstaka:

Lathyrus pratensis
Mentha arvensis
Potentilla erecta
Prunella vulgaris
Rumex acetosa

Mossor r.-y.

Amblystegium sp.
Astrophyllum sp.

Undersökning av växternas nitrathalt.

¹⁷/₆ 1915.

Tydlig reaktion:

Spiræa ulmaria, ett individ.

Svag reaktion:

Geum rivale, ett individ.

Ingen reaktion:

Cirsium palustre.

¹⁶/₈ 1915.

Skarp reaktion:

Geum rivale, en del individ.

Svag reaktion:

Cirsium palustre, en del individ.

Ingen reaktion:

Aira cæspitosa, *Calamagrostis lanceolata*, *Mentha arvensis*, *Prunella vulgaris*.

Bakteriologisk undersökning: Jordprov nitrificera endast svagt en ammo-
niumsulfatlösning.

Lagringsprov. Ett prov, som förut förvarats i väl slutet kärl, hade efter

nio veckors lagring i Erlenmeyerkolv en nitrathalt av 520 mg pr kg jord (se tab. 7 nr 62).

Örtrikt björkkärr. Jämtland. Underåkers sn. Vällistafjället.

Björkkärr i stark sluttning, 1:5, mot N. m. ö. h. Vattnet från ovanför liggande källdrag silar fram över marken i mer eller mindre oregelbundna fåror, men marken i sin helhet är genomfuktad med översilande vatten (se fig. 20).

Ståndortsanteckning och nitratundersökning ²⁰/₇ 1915.

Ståndortsanteckning.

Träd r.

Betula odorata **subalpina* r.

Picea abies e.

Alnus incana e.

Buskar str.-r.

Salix glauca str.

Juniperus communis spr.

» *nigricans* str.

Salix lapponum spr.

Ris huvudsakligen på tuvor och kring stubbar invid träden.

Myrtillus nigra r.

Vaccinium vitis idæa e.

Pyrola uniflora e.

Gräs och örter r.-y.

Rikliga:

Caltha palustris

Carex goodenowii

Strödda:

Alchemilla filicaulis

Polygonum viviparum

Eriophorum angustifolium

Viola biflora

Geranium silvaticum

Spridda:

Aira cæspitosa

Juncus castaneus

Carex vaginata

Melampyrum silvaticum

Cirsium heterophyllum

Rubus saxatilis

Crepis paludosa

Spiræa ulmaria

Equisetum silvaticum

Tussilago farfara

Geum rivale

Viola palustris

Enstaka.

Aconitum septentrionale

Mulgedium alpinum

Angelica silvestris

Orchis maculata

Anthoxanthum odoratum

Paris quadrifolia

Bartsia alpina

Parnassia palustris

Carex dioica

Ranunculus acris

Epilobium hornemannii

Thalictrum alpinum

Listera cordata

Valeriana excelsa

Mossor: r.

Amblystegium protensum, *A. stramineum*, *Astrophyllum punctatum*, *Bryum ventricosum*, *Chiloscyphus pallescens*, *Dicranum elongatum*, *Harpanthus flottowii*, *Hylocomium proliferum*, *Jungermannia bicuspidata*, *Philonotis fontana*.

I den mycket artrika formationen märkes så till vida en fördelning mellan de olika arterna, att de mera högvuxna eller bredbladiga örterna, såsom *Geum rivale*, *Spiræa ulmaria*, *Viola biflora*, *Alchemilla filicaulis*, *Valeriana excelsa*, *Ranunculus acris* dominera på sådana platser, där vattnet befinner sig i starkare rörelse, medan *Eriophorum angustifolium* förhärskar, där vattenrörelsen är mindre stark. Associationer låta sig endast med svårighet begränsas, vegetationen företer ett ytterst brokigt och sammansatt växttäckte. Kring stammarna är marken torrare, där har ock vegetationen bärrisrik typ med *Myrtillus nigra* och *Hylacomium proliferum* som karaktärsväxter.

Undersökning av växternas nitrathalt.

Ingen reaktion:

Alchemilla filicaulis, *Geum rivale*, *Solidago virgaurea*, *Spiræa ulmaria*, *Viola biflora*.

Bakteriologisk undersökning. Jordprov nitrifiera endast svagt en ammoniumsulfatlösning.

Torrlagd, med björk bevuxen mosse. Halland. Voxtorps sn. Krpk. Vallåsen nära Klippans kronojägareboställe. Ståndortsanteckning och nitratundersökning ^{29/5} 1915.

Ståndortsanteckning.

Träd: olikåldrigt, något luckigt bestånd.

Betula odorata

B. verrucosa

Buskar och smärre träd spr., flv. r.

Salix aurita flv. r.

Fagus silvatica e.

Rubus idæus spr.

Juniperus communis e.

» cfr. *fruticosus* spr.

Rhamnus frangula »

Sorbus aucuparia »

Ris flv. r.

Calluna vulgaris flv. r.

Empetrum nigrum e.

Vaccinium vitis idæa flv. r.

Myrtillus nigra e.

Gräs och örter inom vissa fläckar.

Cornus suecica str.-r.

Eriophorum vaginatum spr.

Poa pratensis flv. r.

Juncus effusus »

Trientalis europæa flv. r.

Luzula pilosa »

Viola palustris spr. fläckar r.

Polystichum spinulosum »

Galium saxatile str.

Rumex acetosa »

Carex goodenowii spr.

Aira flexuosa e.

Cirsium palustre »

Anemone nemorosa »

Potentilla erecta »

Markbetäckningen utgöres till väsentlig del av multnande björklöv, som bilda ett mycket tunt lager. Under detta har det översta torvjordslagret en grovkornig struktur såsom mullen. Smärre fläckar äro klädda med mossor såsom *Hylacomium parietinum* och *Polytrichum commune*.

Där risen förekomma mera rikligt, är örtrikedomen starkt reducerad. Karaktäristisk för de mera örtrika delarna är *Trientalis europæa*.

Undersökning av växternas nitrathalt.

Skarp reaktion:

Rubus idæus, *Trientalis europæa* (en del individ).

Tydlig reaktion:

Galium saxatile, *Polystichum spinulosum*, *Viola palustris*.

Bakteriologisk undersökning. Jordprov nitrifiera mycket långsamt en ammoniumsulfatlösning. GILTAVS denitrifieras under utveckling av stora gasblåsor under loppet av 4 à 5 dagar (se tab. 6 nr 22).

Lagringsprov. Ett jordprov, som lagrades i Erlenmeyerkolv 24 veckor, sänkte sin halt nitratkväve från 14 mg till 8 mg pr kg jord (se tab. 7 nr 12).

Mossen sannolikt ursprungligen bevuxen med mindre björk, torrlagd för kultur, men övergiven innan några odlingar företogs.

IX. Växtsamhällen å klippor.

Örtrikt klippväxtsamhälle. Södermanland. Ornö sn. Bodal.

Klippor mellan havet och Bodals huvudbyggnad, i större skrevor lövträd, såsom rönn, oxel, *Prunus avium* (förvildad). Ståndortsanteckning och nitratundersökning juni 1915.

Liten, c:a 2 m² stor skreva, gnejsgrund.

Ståndortsanteckning.

Gräs och örter y.

Rikliga:

<i>Bromus mollis</i>	på mäktigare jord	<i>Sedum acre</i>
<i>Geranium molle</i>	» » »	» <i>album</i>
<i>Poa bulbosa</i>	» tunnare »	

Strödda:

<i>Allium oleraceum</i>	<i>Arenaria serpyllifolia</i>
» <i>vineale</i>	<i>Cerastium semidecandrum</i>

Spridda:

<i>Arabis thaliana</i>	<i>Saxifraga granulata</i>
<i>Draba verna</i>	<i>Sedum maximum</i>
<i>Festuca ovina</i>	<i>Trifolium arvense</i>
<i>Myosotis collina</i>	<i>Veronica arvensis</i>
<i>Plantago lanceolata</i>	» <i>verna</i>
<i>Potentilla argentea</i>	<i>Vicia lathyroides</i>
	» <i>tetrasperma</i>

Enstaka:

<i>Poa pratensis</i>	<i>Scleranthus annuus</i>
----------------------	---------------------------

Mossor. r.

Astrophyllum, *silvaticum* *Bryum* sp, *Climacium dendroides*, *Dicranum scoparium*, *Polytrichum juniperinum*, *Tortula ruralis*.

För övrigt förekomma inom samma klipparti *Agrostis vulgaris*, *Allium schoenoprasum*, *Anthoxanthum odoratum*, *Anthriscus silvestris*, *Capsella bursa*

pastoris, *Cardamine hirsuta*, *Dactylis glomerata*, *Draba muralis*, *Hieracium pilosella*, *Poa compressa*, *Ranunculus bulbosus*, *Rubus idæus*, *Rumex acetosella*, *Spergula vernalis*, *Valerianella olitoria*, *Vicia hirsuta*, *Viola arvensis*, *V. tricolor*.

Undersökning av växternas nitrathalt.

Skarp reaktion:

Rubus idæus.

I somliga individ tydlig reaktion:

Sedum maximum.

Ingen reaktion:

Bromus mollis, *Geranium molle*, *Ranunculus bulbosus*, *Saxifraga granulata*, *Sedum acre*, *Sedum album*, *Valerianella olitoria*, *Veronica arvensis*, *Viola tricolor*.

Bakteriologisk undersökning. Jordprov nitrificera, om än långsamt, en ammoniumsulfatlösning.

Lagrigsprov. Ett jordprov ökade i Erlenmeyer-kolv sin halt av nitratkväve under nio veckor från 50 mg till 60 mg pr kg jord (se tab. 7 nr 18).

Jordmån. Humustäcket, väl blandat med vittringsjord och sand, har utpräglad mullkaraktär.

Klippväxtsamhälle. Södermanland. Ornö sn. Bodal. Kaninholmen.

Liten skrevla å nästan kal klippa av gnejs. Ståndortsanteckning och nitratundersökning juni 1915.

Träd.

Sorbus aucuparia ett ex.

Buskar.

Juniperus communis ett ex.

Rubus idæus str.

Gräs r.-y.

Aira flexuosa r.

Festuca ovina r.

Poa pratensis r.

Markbetäckningen mellan gräsen huvudsakligen bestående av multnande löv, spridda tuvor av *Dicranum undulatum*.

Undersökning av växternas nitrathalt.

Skarp reaktion:

Rubus idæus.

Bakteriologisk undersökning. Jordprov nitrifiera ej en ammoniumsulfatlösning.

Klippväxtsamhälle med renlavstäck. Södermanland. Ornö s:n. Bodal. Liten, knappt kvadratmeterstor skreva i gnejsklippa.

Buskar spr.

Rubus idæus spr.

Gräs och örter spr.

Festuca ovina

Potentilla argentea

Mossor spr.

Polytrichum juniperinum

Dicranum scoparium

Lavar y.

Cladina rangiferina y.

Cladina uncialis spr.

» *silvatica* y.

Undersökning av växternas nitrathalt.

Skarp reaktion:

Rubus idæus.

Bakteriologisk undersökning. Jordprov nitrificera under två månader en ammoniumsulfatlösning.

Lagringsprov. Ett jordprov, lagrat i Erlenmeyer-kolv, höjde under nio veckor halten salpeterkväve från 60 mg till 80 mg pr kg jord (se tab. 7 nr 19).

Örtrikt klippväxtsamhälle. Uppland. Djursholm. Växtsamhället väl beskuggat av en rönn, vars blad i hög grad bidraga till mullbildningen. Undersökt ²⁶/₅ 1916.

Skarp nitratreaktion:

Geranium robertianum, *Rubus idæus* (även individ, som växa i lavtäck),
Viola tricolor.

Tydlig nitratreaktion:

Sedum maximum.

Ingen nitratreaktion:

Fragaria vesca

Klippsamhälle å silurisk kalksten. Gottland. Öster om Visby, strax söder om vägen till Endre.

Hällen är bevuxen med ett glest och luckigt bestånd av knotiga tallar. Markbetäckningen utgöres av ett täcke av ris, gräs och örter. Undersökt ¹/₆ 1910.

Karaktärsväxter.

Buskar.

Juniperus communis, *Cotoneaster vulgaris*.

Ris.

Arctostaphylos uva ursi.

Örter och gräs.

Globularia vulgaris, *Geranium sanguineum*, *Brachypodium pinnatum*, *Spiraea filipendula*, *Anemone hepatica*.

Fläckvis är jorden mera naken, där förekomma bl. a. smärre grupper av *Anemone silvestris*.

Hällen betäckt av ett decimetertjockt eller föga mäktigare lager av vittringsjord, bestående av kalkstenssplittror och rostfärgat finmaterial. Fläckvis förefinnes benägenhet för uppfrysning.

Jordprov för undersökning togos dels på mera naken fläck med *Anemone silvestris*, dels under mera sammanhängande växttäckte av *Arctostaphylos uva ursi*.

Bakteriologisk undersökning. Jordprov nitrificera WINOGRADSKYS lösning (se tab. 3 nr 21).

Klippsamhälle å silurisk kalksten. Gottland. Endre sn.

Klippan utgöres av stromatoporkalk, endast betäckt med ett tunt lager vitt-ringsjord. Undersökt ²⁹/₅ 1910.

Karaktäristisk vårvegetation av:

Hutchinsia petraea

Crepis tectorum

Saxifraga tridactylites

Poa alpina

Draba verna

» *bulbosa*

Cerastium pumilum

Ytterst tunt lager vittringsjord.

Bakteriologisk undersökning. Jordprov framkalla nitrifikation i WINOGRADSKYS lösning (se tab. 3 nr 22).

X. Växtsamhällen i fjällen.

Gråvidesnår. Jämtland. Mullfjället. Bäckdäld genom fjällhed strax ovan björkskogsgränsen.

Gråvidesnåret är utvecklat i en tämligen öppen ravin, som genomflytes av en fjällbäck. Ståndortsanteckningen omfattar ett parti strax ovanför fjällbäcken. Undersökningar ¹⁹/₇ 1915.

Ståndortsanteckning.

Buskar y.

Salix glauca r.

Betula nana spr.

» cfr. *lapponum* × *repens* spr.

» *odorata* **subalpina* e.

Juniperus communis v. *nana* spr.

Ris str.

Myrtilus nigra str. på mera öppna fläckar.

Vaccinium vitis idæa spr.

Pyrola minor e.

Gräs och örter r.-y.

<i>Viola biflora</i> r.	<i>Polygonum viviparum</i> spr.
<i>Geranium silvaticum</i> str.-r.	<i>Solidago virgaurea</i> »
<i>Aconitum septentrionale</i> str.	<i>Alchemilla alpina</i> enst.
<i>Carex vaginata</i> »	<i>Anthoxanthum odoratum</i> »
<i>Melandrium silvestre</i> »	<i>Bartsia alpina</i> »
<i>Polypodium dryopteris</i> »	<i>Caltha palustris</i> »
<i>Rumex arifolius</i> »	<i>Equisetum arvense</i> »
<i>Trientalis europæa</i> »	<i>Epilobium angustifolium</i> »
<i>Aira cæspitosa</i> spr.-str.	<i>Melampyrum silvaticum</i> »
» <i>flexuosa</i> spr.	<i>Parnassia palustris</i> »
<i>Alchemilla vulgaris</i> »	<i>Ranunculus acris</i> »
<i>Cirsium heterophyllum</i> »	<i>Polygonatum verticillatum</i> »
<i>Gnaphalium norvegicum</i> »	<i>Saussurea alpina</i> »
<i>Luzula pilosa</i> »	<i>Selaginella spinulosa</i> »
<i>Milium effusum</i> »	<i>Spiræa ulmaria</i> »
<i>Paris quadrifolia</i> »	<i>Valeriana excelsa</i> »

Marken betäckes mestadels med multnande videblad eller örter, mossfläckar mera spridda eller enstaka:

<i>Hylocomium parietinum</i> enst. fl. y.	<i>Jungermannia</i> sp. spr.
» <i>proliferum</i> » » »	<i>Polytrichum commune</i> spr.

Undersökning av växternas nitrathalt.

Svag reaktion:

Melandrium silvestre (svag reaktion i en del individ), *Viola biflora* (i några individ reaktion).

Ingen reaktion:

Aconitum septentrionale, *Alchemilla vulgaris*, *Geranium silvaticum*, *Geum rivale*, *Rumex arifolius*.

Bakteriologisk undersökning. Jordprov framkalla endast en svag nitritbildning i en ammoniumsulfatlösning.

Lagringsprov. Ett jordprov, som förvarats i väl sluten burk, hade efter nio veckors lagring i Erlenmeyer-kolv en halt nitratkväve av 60 mg pr kg jord (se tab. 7 nr 59).

Bäck genom fjällmyr. Jämtland. Åre sn. Mullfjället.

I nedersta fjällregionen utbreder sig en myr, huvudsakligen bevuxen med *Scirpus cæspitosus*, *Eriophorum angustifolium*, *Carices*, *Amblystegia*. Genom myren går en liten rännil, som kantas av en mera örtrik, men mycket sparsam vegetation. Vegetationen kring rännilen undersöktes i avseende på sin salpeterhalt 19/7 1915.

Undersökning av växternas nitrathalt.

Skarp reaktion:

Alchemilla vulgaris, *Viola palustris*.

Tydlig reaktion:

Taraxacum officinale, *Thalictrum alpinum*, *Viola biflora*, *V. palustris*.

Svag reaktion:

V. palustris bland *Sphagnum*-tuvor.

Ingen reaktion:

Bartsia alpina.

Bakteriologisk undersökning. Jordprov nitrifiera ej en ammoniumsulfatlösning.

Lagringsprov. Jordprov, som bevarats i steriliserad glasburk, hade efter nio veckors lagring i Erlenmeyer-kolv en halt av 68 mg salpeterkväve pr kg jord (se tab. 7 nr 57).

XI. Koloniartade växtsamhällen å blottlagd mineraljord.

Koloniartat växtsamhälle i grustag. Uppland. Sollentuna sn. Grustag (3 år gammalt) vid vägen mellan Rotebro stn och Agneslund. Se för övrigt bilderna fig. 26 och 27.

Rullstensåsen är en del av Stockholmsåsen. I rullstensåsen finnas utom grus av växlande beskaffenhet inkilade lager av varvig lera, som är starkt kalkhaltig. Rullstensåsen är bevuxen med en barrblandskog av tall och gran och med ordinär markbetäckning. Platsen undersökt $\frac{9}{5}$ och $\frac{23}{9}$ 1916.

Barrblandskogen.

Träd bilda ett rätt väl slutet bestånd.

Pinus silvestris r.

Picea abies spr.

Ris spr.

Vaccinium vitis idæa spr.-flv. r.

Myrtillus nigra spr.

Calluna vulgaris spr.

Gräs och örter spr.

Aira flexuosa spr.

Luzula pilosa spr.

Festuca ovina »

Pteris aquilina i luckor spr.

Mossor y.

Hylocomium parietinum } y.
» *proliferum* }

Lavar e.

Cladina rangiferina e.

Under mosstäcket svagt podsolerad mark. För mellersta Sverige typisk barrskogsmark.

Grustaget. Koloniartad vegetation av fläckvis ganska växlande karaktär. Fläckvis är vegetationen mera sluten. Som exempel kan nämnas (ant. $\frac{9}{5}$ 1916):

Epilobium angustifolium y.

Luzula pilosa e.

Galeopsis bifida r. groddpl.

» *campestris* »

Rubus idæus str.

Sonchus arvensis »

Aira flexuosa »

Vicia cracca »

Arenaria trinervia e.

Viola riviniana »

Betula odorata »

Taraxacum officinale »

För övrigt antecknas inom grustaget 9/5 och 23/9 följande växter:

Achillea millefolium, *Agrostis vulgaris*, *Anthoxanthum odoratum*, *Campanula rotundifolia*, *Cerastium vulgatum*, *Chenopodium album*, *Fragaria vesca*, *Hieracium* sp., *Orobis tuberosus*, *Phleum pratense*, *Poa annua*, *Poa compressa*, *Polygonum aviculare*, *Pteris aquilina*, *Rumex acetosella*, *Sambucus racemosa*, *Senecio silvaticus*, *S. viscosus*, *Spergula arvensis*, *Stellaria graminea*, *Tussilago farfara*, *Veronica officinalis*, *Vicia cracca*, *Viola rupestris*.

Undersökning av växternas nitrathalt.

9/5 1916.

Skarp reaktion:

Agrostis vulgaris, *Aira flexuosa*, *Anthoxanthum odoratum*, *Arenaria trinervia*, *Cerastium vulgatum*, *Epilobium angustifolium*, *Galeopsis bifida*, *Hieracium* sp., *Luzula pilosa*, *Poa annua*, *Rubus idæus*, *Taraxacum officinale*, *Viola rupestris*.

Tydlig reaktion:

Vicia cracca.

23/9 1916.

Skarp reaktion:

Chenopodium album, *Galeopsis bifida*, *Rumex acetosella*, *Rubus idæus* (unga plantor), *Sambucus racemosa*, *Senecio viscosus*.

Ingen reaktion:

Rubus idæus, äldre plantor.

Lagringsprov. Jordprov från en kulle med å sid. 485 angiven vegetation höjde under aderton veckor halten nitratkväve från 1,1 mg till 12 mg pr kg jord. Ett annat prov med en försvinnande liten kvävehalt, 0,01 %, minskade halten salpeterkväve från 0,5 mg till 0,2 mg pr kg jord (se tab. 7 nr 36 och 37).

Koloniartat växtsamhälle invid grustag. Södermanland. Björkviks sn. Jönåkers häradsallmänning. Kanten av ett grustag nära Dybromon. Ståndortsanteckning och bakterieprov den 8/5 1915.

Örter och gräs:

Epilobium angustifolium, *Achillea millefolium*, *Erigeron acris*, *Antennaria dioica*, *Poa pratensis*, *Stellaria graminea*.

Mossor:

Polytrichum juniperinum, *Ceratodon purpureus*.

Lavar:

Cladonia, *Peltigera* sp.

Bakterieundersökning. Jordprov nitrificera WINOGRADSKYS lösning, men mycket långsamt. GILTAYS lösning denitrifieras långsamt och oregelbundet (se tab. 6 nr 12).

Lagringsprov. Prov, som lagrats i två månader i Erlenmeyer-kolv, ha en halt salpeterkväve av 60 mg pr kg jord (se tab. 7 nr 26).

Koloniartat växtsamhälle. Ångermanland. Bodums sn. Hoting. Blottlagd, ej humusblandad morän invid den nya banan.

Koloniartat växtsamhälle om några kvadratmeters storlek.

Epilobium angustifolium, groddpl. i olika utvecklingsskeden, r.

Agrostis vulgaris spridda, smärre tuvor

Achillea millefolium enst., delvis blommande

Cerastium vulgatum » blommande

Stellaria graminea » steril.

Picea abies spridda groddpl.

Mossor bilda fläckvis ett tunt skikt på marken, nämligen *Ceratodon purpureus*, *Funaria hygrometrica* och *Polytrichum commune*.

Jordmån. Vid granskning med blotta ögat framträder jorden som rent humusfri, någon humus finns dock kring mossprotonemorna.

Undersökning av växternas nitrathalt.

Epilobium angustifolium, flera individ ge tydlig reaktion, andra ingen. Samtliga undersökta individ smärre groddplantor.

Achillea millefolium, groddplanta, stark reaktion.

Agrostis vulgaris, i några skott tydlig reaktion.

Väggkant utmed nybruten väg. Västerbotten. Jörn. Nära järnvägsstationen $\frac{8}{8}$ 1915.

Nybruten, 12 m bred, föga trafikerad väg genom mager tallhed. Sex m bred, oanvänd väggkant. Fläckvis vacker för yngning av tall och björk å denna väggkant. En mindre fläck undersökt.

Trädplantor:

Pinus silvestris str.

Betula verrucosa enst.

Betula odorata enst.

Gräs och örter:

Aira flexuosa enst.

Poa pratensis m. spr.

Phleum pratense »

Rumex acetosella en fl. ymnig

Mossor:

Polytrichum commune, *juniperinum* och *piliferum* samt *Ceratodon purpureus* bilda fläckvis ett lågt, men tätt mosstäck. Fläckvis mossprotonema.

Femåriga tallplantor ha en höjd av 45 cm och sista årsskottet en längd av 26 cm; barren särdeles vackra. Tallplantor förekomma även på sådana fläckar, där mosstäck saknas, men äro på mossfläckarna otvivelaktigt bäst och även talrikast.

Undersökning av växternas nitrathalt $\frac{1}{9}$ 1916.

Tydlig reaktion:

Epilobium angustifolium, *Rumex acetosella*.

Bakterieundersökning. Jordprov nitrificera ej en ammoniumsulfatlösning.

Lagringsprov. Prov, som en tid förvarats i burk, ha efter två månaders lagring i Erlenmeyer-kolv en halt av nitratkväve uppgående till 48 mg pr kg jord.

XII. Havsstrandsvegetation.

Tångbanksvegetation. Södermanland. Utö sn. Lilla Sillvik. Undersökning $^{21}/_8$ och $^{22}/_8$ 1915.

Ståndortsanteckning.

Gräs och örter y.

Rikliga—ymniga:

Baldingera arundinacea

Trifolium repens e. fl. y.

Rikliga—strödda:

Atriplex hastata

Tanacetum vulgare

» *patula*

Triticum repens r. i inre delen av tångbanken, eljes spridd

Galeopsis tetrahit

Alopecurus ventricosus

Poa pratensis

Festuca arundinacea

Polygonum lapathifolium

Plantago major

Sonchus arvensis

Potentilla anserina

Spridda:

Cirsium arvense

Matricaria inodora

» *lanceolatum*

Myosotis caespitosa

Festuca rubra

Trifolium pratense

Vicia cracca

Enstaka:

Elymus arenarius

Triglochin maritimum

Leontodon autumnale

Valeriana officinalis

Polygonum aviculare

Närmast stranden, där den uppkastade tången är mera färsk, dominera *Atriplices*, *Galeopsis tetrahit* och *Polygonum lapathifolium*, innanför denna zon kommer ett högräsbälte med *Baldingera arundinacea*, *Festuca arundinacea* med insprängd *Tanacetum vulgare*, *Cirsium arvense* och *lanceolatum*. Den yttre zonen avbrytes fläckvis av *Festuca rubra* och *Trifolium repens*.

Undersökning av växternas nitrathalt.

$^{22}/_8$ 1915.

Skarp reaktion:

Galeopsis tetrahit.

Svag reaktion:

Sonchus arvensis.

Ingen reaktion:

Alopecurus ventricosus, *Atriplex hastata*, *Festuca arundinacea*, *Plantago major*, *Polygonum lapathifolium*, *Potentilla anserina*, *Tanacetum vulgare*.

Havsstrandsvegetation. Södermanland. Ornö sn. Bodal. Liten grusfylld skreva, då och då överspolad av havsvågorna. Undersökt ¹⁸/₆ 1915.

Gräs och örter spr.-flv. r.

Sonchus arvensis r.

Juncus gerardi spr.

Glaux maritima spr.

Plantago major »

Festuca rubra »

Där *Sonchus* växer, är gruset uppblandat med vassbitar, alblad, björkfrukter, tång etc.

Undersökning av växternas nitrathalt.

Skarp reaktion:

Sonchus arvensis.

Omkring Bodal iakttages å sand- eller grusstränder med tång:

Skarp reaktion:

Leontodon autumnalis, *Potentilla anserina*, *Ranunculus acris*, *R. auricomus*,
Sedum maximum, *Spiraea ulmaria*, *Tanacetum vulgare*.

Ingen reaktion:

Glaux maritima, *Erythraea vulgaris*, *Lythrum salicaria*, *Plantago major*,
Valerianella olitoria.

Havsstrand. Skåne. Sandstranden mellan Båstads köping och badorten Malen. Tångblandad sand. Undersökt ²⁶/₅ 1915.

Skarp reaktion:

Atriplex patula, *A. littoralis*, *Capsella bursa pastoris*, *Halianthus peploides*,
Sisymbrium sophia, *Stellaria media*.

Ingen reaktion:

Elymus arenarius, *Scirpus maritimus*.

XIII. Växtsamhällen å kultiverad jord.

Trädgårdsland. Södermanland. Ornö sn. Bodal.

Trädgårdslandet är starkt beskuggat av ett högt och kraftigt, 80-årigt päron-träd. Rikligt med ogräs. De mest karaktärsgivande utmärkta med ! Sandjord.

Aethusa cynapium

Solanum nigrum

Capsella bursa pastoris!

Spergula arvensis

Chenopodium album

Stellaria media!

Geranium pusillum

Taraxacum officinale

Lamium amplexicaule

Urtica urens

Poa annua

Veronica agrestis

Senecio vulgaris

Viola arvensis

Undersökning av växternas nitrathalt.

¹⁵/₈ 1915.

Skarp reaktion:

Aethusa cynapium, *Capsella bursa pastoris*, *Chenopodium album*, *Lamium amplexicaule*, *Senecio vulgaris*, *Stellaria media*, *Urtica urens*, *Veronica agrestis*, *Viola arvensis*.

Tydlig reaktion:

Solanum nigrum.²⁴/₈ 1915.

Skarp reaktion:

Capsella bursa pastoris, *Chenopodium album*, *Lamium amplexicaule*, *Senecio vulgaris*, *Stellaria media*, *Urtica urens*, *Veronica agrestis*.

Lagringsprov. Ett prov, som ursprungligen hade en halt salpeterkväve av 60 mg pr kg jord, ökade under lagring i Erlenmeyer-kolv ej sin salpeterhalt (se tab. 7 nr 22).

Åker. Södermanland. Ornö sn. Bodal.

Liten åker å lera, besädd med gles vårråg. Rikligt med ogräs. De karaktärsgivande utmärkta med !.

Achillea millefolium.» *ptarmica**Agrostis stolonifera**Chenopodium album**Cirsium arvense*!*Equisetum arvense**Erysimum cheiranthoides**Galeopsis speciosa*!» *tetrahit**Galium aparine**Lamprana communis**Lycopsis arvensis**Mentha arvensis**Myosotis arvensis**Plantago major**Polygonum aviculare*» *lapathifolium*!*Prunella vulgaris**Ranunculus repens*!*Rumex acetosella**Sinapis arvensis**Sonchus arvensis*!*Spergula arvensis*!*Stachys palustris**Stellaria media**Vicia cracca*» *hirsuta**Viola arvensis*

Undersökning av växternas nitrathalt.

²⁴/₈ 1915.

Tydlig reaktion:

Achillea millefolium, *Spergula arvensis*.

Ingen reaktion:

Chenopodium album, *Galeopsis speciosa*, *G. tetrahit*, *Galium aparine*, *Lamprana communis*, *Mentha arvensis*, *Sinapis arvensis*, *Sonchus arvensis*, *Stachys palustris*, *Stellaria media*, *Viola arvensis*.

Lagringsprov. Ett prov med en ursprunglig halt nitratkväve av 22 mg pr kg jord ökade sin nitrathalt under tre månader till endast 27 mg (se tab. 7 nr 21).

Jordmån. Jorden utgöres av en mullhaltig lera. Gödslades föregående vår och besåddes då med rovor, i år ej gödslad.

TABELLER.

PEPTONSPALTNINGSFÖRSÖK, NITRIFIKATION I LÖSNING,
DENITRIFIKATION, NITRIFIKATION VID LAGRING.

Tabell 1. **Försök över jordprovens peptonspaltningsförmåga.**

Tio ccm 1,5 %-lösning, 5 ccm jorduppslamning (1 : 1).

Peptonspaltning der Bodenproben.

1	2	3	4	5	6	7
N:o	Skogstyp etc. Waldtyp etc.	Markskikt Bodenschicht	Detalje- rad be- skrivning Detaillerte Be- schreibung Sid. Seite	Salpeter eller Ammo- niak Salpeter oder Ammoniak	Provrör Einzelsuch Am.N mg	Medeltal Mittel
1	Bokskog med utpräglad torv Buchenwald mit schwerem Roh- humus. Halland. Krpk. Tönnersjö- heden.	Råhumus. Rohhumus. Blekjord. Bleicherde. Rostjord. Rosterde.	—		3,4 3,2 4,1 2,0 1,7 2,0 0,7 1,0 0,6	3,6 1,9 0,8
2	Bokskog med mull. Buchenwald auf Mullboden. Halland. Krpk. Tönnersjö- heden.	Mull. Mull. Mullblandad blekjord. Mullgemischte Bleicherde. Rostjord. Rosterde.	—	S.	7,0 6,9 7,6 7,0 7,1 6,6 4,1 3,9 4,3	7,2 6,9 4,1
3	Örtrik björkskog. Birkenhain mit Gräsern und Kräutern. Halland. Krpk. Tönnersjö- heden.	Mull. Mull. Rostjord. Rosterde.	—	S.	5,7 5,7 6,0 3,9 3,5 3,6	5,8 3,7
4	Örtrik Granskog. Fichtenhain. Jämtland. Krpk. Undrom.	Mull. Mull. Mullblandad mineraljord, närmast mullskiktet. Mullgemischter Mineral- boden. Mullblandad mineraljord, djupare lager. Mullgemischter Mineral- boden. Mineraljord. 50 cm. Mineralboden. 50 cm.	462	S.	6,4 6,6 5,9 5,2 4,8 4,1 3,6 3,9 3,6 3,2 3,2 3,6	6,3 4,7 3,7 3,3

1	2	3	4	5	6	7
N:o	Skogstyp etc. Waldtyp etc.	Markskikt Bodenschicht	Detalje- rad be- skrivning Detaillierte Be- schreibung Std. Seite	Salpeter eller Ammo- niak Salpeter oder Ammoniak	Provrör Einzelversuch Am.N mg	Medeltal Mittel
5	Örtrik granskog. Fichtenhain. Jämtland. Bodliden.	Mull. Mull. Mullblandad mineraljord. Mullgemischter Mineral- boden. Mineraljord. Mineralboden.	—	S.	9,4 9,1 8,8 7,4 6,7 7,3 3,1 3,4 3,4	9,1 7,1 3,3
6	Bokskog med något torvartad humus. Buchenwald mit schwachem Rohhumus. Halland. Krpk. Tönnersjö- heden.	Humusblandad blekjord. Humusgemischte Bleich- erde. Rostjord. Rosterde.	—		3,8 3,0 3,4 2,2 2,0 1,8	3,7 2,0
7	Mossrik granskog. Moosreicher Fichtenwald. Pite krpk. Rokliden.	Råhumus. Rohhumus.	—	A.	1,1 1,8 1,5	1,5
8	Gödslad potatisåker på sand. Kartoffelacker auf Sand. Pite krpk. Rokliden.	Potatisjord. Kartoffelboden.	—	S.	8,3 7,8 7,6	7,9
9	Örtrik granskog. Fichtenhain. Pite krpk. Rokliden.	Mullartad humus. Mullähnlicher Humus.	463	S.	3,9 3,9 3,2	3,7
10	Mossrik barrblandskog. Moosreicher Nadelmischwald. Ångermanland. Selsjön.	Mullartad råhumus. Moder.	470	A.	2,2 2,1 2,7	2,3
11	Mossrik barrblandskog. Moosreicher Nadelmischwald. Ångermanland. Selsjön.	Mullartad råhumus. Moder.	470	A.	2,4 2,0 2,1	2,2
12	Mossrik barrblandskog. Moosreicher Nadelmischwald. Ångermanland. Selsjön.	Råhumus. Rohhumus.	470	A.	1,3 1,1 1,0	1,1
13	Örtrik granskog. Fichtenhain. Jämtland. Krpk. Undrom.	Mull. Mull. Mineraljord. Mineralboden.	462	S.	7,8 6,4 6,7 2,7 2,4 1,8	7,0 2,3

1	2	3	4	5	6	7
N:o	Skogstyp etc. Waldtyp etc.	Markskikt Bodenschicht	Detailje- rad be- skrivning Detaillerte Be- schreibung Sid. Seite	Salpeter eller Ammo- niak Salpeter oder Ammoniak	Provrör Einzelversuch Am.N mg	Medeltal Mittel
14	Mossrik granskog. Moosreicher Fichtenwald. Jämtland. Krpk. Undrom.	Mineraljord. Mineralboden.	462	A.	1,1 1,3 2,0	1,5
15	Bokskog med mull. Buchenwald. Mullboden. Halland. Krpk. Tönnersjö- heden.	Mull. Mull.	—	S.	5,9 6,2 6,6	6,2
16	Örtrik björkskog. Birkenhain mit Kräutern und Gräsern. Bohuslän. Krpk. Ö:a Bullaren.	Mull. Mull.	—	S.	6,0 5,7 6,0	5,9
17	Örtrik björkskog. Birkenhain mit Kräutern. Bohuslän. Krpk. Ö:a Bullaren.	Mull. Mull.	—	S.	6,7 6,9 7,6	7,1
18	Mossrik granskog. Moosreicher Fichtenwald. Bohuslän, Krpk. Ö:a Bullaren.	Mullartad humus. Moder.	—		8,7 7,0 7,7	7,8
19	Skogsförsöksanstaltens tomt. Garten der Versuchsanstalt. Experimentalfältet.	Trädgårdsjord. Gartenerde.	—	S.	11,6 12,1 12,6	12,1
20	Skogsförsöksanstaltens tomt. Garten der Versuchsanstalt. Experimentalfältet.	Trädgårdsjord. Gartenerde.	—	S.	13,6 13,4	13,5
21	Mossrik barrblandskog. Moosreicher Nadelmischwald. Ångermanland. Selsjön.	Råhumus. Rohhumus.	470	A.	1,8 1,1 1,3	1,4
22	Mossrik barrblandskog. Moosreicher Nadelmischwald. Ångermanland. Selsjön.	Mullartad råhumus. Moder.	470	A.	2,0 1,4 1,7	1,7
23	Välgödslad potatisjord. Gedüngter Kartoffelacker. Ångermanland. Selsjön.	Potatisjord. Kartoffelboden.	—	S.	14,3 13,3 13,6	13,7
24	Gråalsbestånd. Grauerlenbestånd. Ångermanland. Selsjön.	Mulljord. Mullboden.	458	S.	9,5 9,8 9,1	9,5

1	2	3	4	5	6	7
N:o	Skogstyp etc. Waldtyp etc.	Markskikt Bodenschicht	Detalje- rad be- skrivning Detaillerte Be- schreibung Sid. Seite	Salpeter eller Ammo- niak Salpeter oder Ammoniak	Provör Einzelversuch Am.N mg	Medeltal Mittel
25	Mossrik barrblandskog. Moosreicher Nadelmischwald. Ångermanland. Selsjön.	Råhumus. Rohhumus.	470	A.	1,1 1,3 0,8	1,1
26	Mossrik barrblandskog. Moosreicher Nadelmischwald. Ångermanland. Selsjön.	Mullartad råhumus Moder.	470	A.	2,5 2,4 2,4	2,4
27	Mossrik granskog. Moosreicher Fichtenwald. Västerbotten. Krpk. Kul- bäcksliden.	Råhumus. Rohhumus.	—	A.	1,8 1,3 1,4	1,5
28	Mossrik barrblandskog. Moosreicher Nadelmischwald. Ångermanland. Anundsjö.	Mullartad råhumus. Moder.	—	A.	2,2 2,2 1,8	2,1
29	Mossrik granskog. Moosreicher Fichtenwald. Västerbotten. Krpk. Kul- bäcksliden.	Råhumus. Rohhumus.	—	A.	1,1 1,1 1,3	1,2
30	Mossrik granskog. Moosreicher Fichtenwald. Västerbotten. Krpk. Kul- bäcksliden.	Råhumus. Rohhumus.	—	A.	1,7 1,8 2,5	2,0
31	Sandgrop med <i>Epilobium</i> . Kiesgrube mit <i>Epilobium agusti- folium</i> . Södermanland. Jönåkers hä- radsallmänning.		486	S.	6,, 5,3 5,2	5,5
32	Mossrik barrblandskog. Moosreicher Fichtenwald. Södermanland. Jönåkers hä- radsallmänning.	Mulliknande råhumus. Moder.	467	A.	5,0 6,4 5,7	5,7
33	Mossrik barrblandskog. Moosreicher Fichtenwald. Södermanland. Jönåkers hä- radsallmänning.	Mullartad råhumus. Moder.	467	A.	2,1 2,2 1,8	2,0
34	Mossrik barrblandskog. Moosreicher Nadelmischwald. Södermanland. Jönåkers hä- radsallmänning.	Lucker råhumus. Moder. Humusblandad blekjord. Humusgemischte Bleicherde.	468	A.	1,3 1,3 1,0 0,3 0,8 1,0	1,2 0,7

en ammoniumsulfatlösning. Winogradskys lösning.
einer Ammoniumsulfatlösung.

4

v a t i o n s d a g a r

a c h t u n g s t a g e

$^{18}/_{12}$ 1909	$^{22}/_{12}$ 1909	$^{27}/_{12}$ 1910	$^{3}/_{1}$ 1910	$^{8}/_{1}$ 1910	$^{15}/_{1}$ 1910	$^{22}/_{1}$ 1910	$^{28}/_{1}$ 1910	$^{1}/_{2}$ 1910	$^{11}/_{2}$ 1910	$^{18}/_{2}$ 1910																																					
H_3N N_2O_3 N_2O_5	H_3N N_2O_3 N_2O_5	H_3N N_2O_3 N_2O_5	H_3N N_2O_3 N_2O_5	H_3N N_2O_3 N_2O_5	H_3N N_2O_3 N_2O_5	H_3N N_2O_3 N_2O_5	H_3N N_2O_3 N_2O_5	H_3N N_2O_3 N_2O_5	H_3N N_2O_3 N_2O_5	H_3N N_2O_3 N_2O_5																																					
2	2	2	2	3	(3)	1	3	(3)	0	0	3																																				
2	2	3	1	2	3	0	0	3																																							
1	0	3	(1)	1	3	0	0	3																																							
(2)	3	2	(1)	3	3	0	3	3	0	3	3	0	0	3																																	
2	1	1	2	0	(1)	2	(1)	1	2	1	(3)	(1)	0	3	0	0	3																														
(3)	0	0	2	0	0	2	0	0	2	1	0	2	1	1	2	3	2 ¹	2	3	2	1	3	3	1	3	3	0	3	(3)	0	0	3															
2	0	2	2	0	2	1	0	3	0	0	3																																				
2	0	2	1	0	3																																										
3	3	2	3	3	2	(3)	3	2	(3)	3	2	(3)	3	3	(3)	3	3	(3)	3	3	1	3	3	1	3	3	0	3	(3)	0	3	2															
2	0	0	3	0	0	(3)	0	0	(3)	0	1	(3)	3	2	(3)	3	2	(3)	3	2	2	3	3	1	3	3	0	0	3																		

1	2	3	O b s e r - B e o b .																	
Nr.	Provets art och härstamning Beschaffenheit und Herkunft der Bodenproben	Detailje- rad be- skrivning Detaillierte Be- schreibung Sid. Seite	18/11 1909			19/11 1909			27/11 1909			4/12 1909			9/12 1909			15/12 1909		
			H ₃ N	N ₂ O ₃	N ₂ O ₅	H ₃ N	N ₂ O ₃	N ₂ O ₅	H ₃ N	N ₂ O ₃	N ₂ O ₅	H ₃ N	N ₂ O ₃	N ₂ O ₅	H ₃ N	N ₂ O ₃	N ₂ O ₅	H ₃ N	N ₂ O ₃	N ₂ O ₅
6	Mossrik tallskog med bärris. Moosreicher Kiefernwald mit <i>Myr- tillus nigra</i> und <i>Vaccinium vitis idæa</i> .																			
	Ronneby brunnsparc.																			
	Råhumus	—	3	0	0	3	0	0	3	0	0	3	0	0	(3)	0	0	3	0	0
	Rohhumus.																			
	Mineraljord	—	3	0	0	3	0	0	3	0	0	3	0	0	(3)	0	0	3	0	0
	Mineralboden.																			
	Potatisland, gödlat m. stallgödsel Kartoffelboden, gedüngt mit Stallmist. Norrbotten. Fagerheden.	—	3	0	0	3	1	1	3	0	2	3	0	2	(2)	0	(3)	0	0	(3)
	Örtrik granskog. Fichtenhain. Norrbotten. Rokliden.																			
8	Humus, mullartad	463	3	0	0	3	0	0	3	0	0	3	0	0	(3)	0	0	3	0	0
	Mullähnlicher Humus.																			
	Omedelbart under humuslagret... Unmittelbar unter der Humusschicht.	»	3	0	0	3	0	0	3	0	0	3	1	1	(2)	3	1	0	3	2
	Rödjord	»	3	0	0	3	0	0	3	0	0	3	0	0	3	0	0	3	0	0
	Rosterde.																			
	Tallhed. Kalt fält. Kiefernheide. Kahles Feld. Norrbotten. Fagerheden.																			
	Råhumus	—	3	0	0	3	0	0	3	0	0	3	0	0	3	0	0	3	0	0
	Rohhumus.																			
9	Blekjord	—	3	0	0	3	0	0	3	0	0	3	0	0	(3)	0	0	(3)	0	0
	Bleicherde.																			
	Rostjord	—	3	0	0	3	0	0	3	0	0	3	0	0	(3)	0	0	(3)	0	0
	Rosterde.																			
10	Tallhed. Ungskog. Kiefernheide. Junger Bestand. Norrbotten. Fagerheden.																			
	Råhumus	—	3	0	0	3	0	0	3	0	0	3	0	0	(3)	0	0	3	0	0
	Rohhumus.																			
	Blekjord	—	3	0	0	3	0	0	3	0	0	3	0	0	(3)	0	0	(3)	0	0
	Bleicherde.																			
	Rostjord	—	3	0	0	3	0	0	3	0	0	3	0	0	3	0	0	(3)	0	0
	Rosterde.																			

4

vationsdag ar
achtungstage

$18/12$ 1909	$22/12$ 1909	$27/12$ 1910	$3/1$ 1910	$8/1$ 1910	$15/1$ 1910	$22/1$ 1910	$28/1$ 1910	$1/2$ 1910	$11/2$ 1910	$18/2$ 1910
H_3N N_2O_3 N_2O_5	H_3N N_2O_3 N_2O_5	H_3N N_2O_3 N_2O_5	H_3N N_2O_3 N_2O_5	H_3N N_2O_3 N_2O_5	H_3N N_2O_3 N_2O_5	H_3N N_2O_3 N_2O_5	H_3N N_2O_3 N_2O_5	H_3N N_2O_3 N_2O_5	H_3N N_2O_3 N_2O_5	H_3N N_2O_3 N_2O_5
(3) 0 0 3	0 0 (3)	0 0 (3)	0 0 (3)	0 0 (3)	0 0 (3)	0 0 (3)	0 0 2	0 0 2	0 0 2	0 0 0
3 0 0	(3) 0 0	(3) 0 0	(3) 0 0	(3) 0 0	(3) 0 0	(3) 0 0	2 0 0	2 0 0	2 0 0	0 0 0
0 0 3										
2 0 0	2 0 0	2 0 0	2 0 0	2 0 0	2 0 0	2 0 0	2 0 0	2 0 0		
0 3 2	0 3 (3)	0 3 (3)	0 3 3	0 3 3	0 3 3	0 3 3				
3 0 0	3 0 0	3 0 0	3 0 0	3 0 0	3 0 0	3 0 0	3 2 1	3 3 2		
3 0 0	3 0 0	3 0 0	3 0 0	3 0 0	3 0 0	3 0 0	3 ¹ (1) 1	3 3 2		
(3) 0 0	(3) 0 0	2 0 0	(3) 0 0	(3) 0 0	(3) 0 0	(3) 0 0	(3) 0 0	2 0 0		
(3) 0 0	(3) 0 0	2 0 0	(3) 0 0	(3) 0 0	(3) 0 0	(3) 0 0	(3) 0 0	2 0 0		
3 0 0	3 0 0	3 0 0	3 0 0	3 0 0	3 0 0	3 0 0	3 0 0	3 0 0		
(3) 0 0	(3) 0 0	2 0 0	(3) 0 0	(3) 0 0	(3) 0 0	3 0 0	2 0 0	2 0 0		
(3) 0 0	(3) 0 0	3 0 0	3 0 0	3 0 0	3 0 0	(3) 0 0	(3) 0 0	2 0 0		

1	2	3	O b s e r - B e o b .																	
Nr.	Provets art och härstamning Beschaffenheit und Herkunft der Bodenproben	Detailje- rad be- skrivning Detaillerte Be- schreibung Sid. Seite	18/11 1909			19/11 1909			27/11 1909			4/12 1909			9/12 1909			15/12 1909		
			H ₃	N	O ₃	H ₃	N	O ₃	H ₃	N	O ₃	H ₃	N	O ₃	H ₃	N	O ₃	H ₃	N	O ₃
			N ₃	O ₃	O ₃	N ₃	O ₃	O ₃	N ₃	O ₃	O ₃	N ₃	O ₃	O ₃	N ₃	O ₃	O ₃	N ₃	O ₃	O ₃
11	Tallhed. Under enstaka träd. Kiefernheide. Unter einzelstehen- den Bäumen. Norrbottn. Fagerheden.																			
	Råhumus	—	3	0	0	3	0	0	3	0	0	3	0	0	3	0	0	3	0	0
	Rohhumus.																			
	Bleljord	—	3	0	0	3	0	0	3	0	0	3	0	0	(3)	0	0	3	0	0
	Bleicherde.																			
12	Rostjord	—	3	0	0	3	0	0	3	0	0	3	0	0	(3)	0	0	3	0	0
	Rosterde.																			
	Mossrik granskog. Moosreicher Fichtenwald. Norrbottn. Fagerheden.																			
	Råhumus	—	3	0	0	3	0	0	3	0	0	3	0	0	3	0	0	3	0	0
	Rohhumus.																			
13	Bleksand	—	3	0	0	3	0	0	3	0	0	3	0	0	3	0	0	3	0	0
	Bleicherde.																			
	Rostjord	—	3	0	0	3	0	0	3	0	0	3	0	0	3	0	0	3	0	0
	Rosterde.																			
	Kontroll.....	—	3	0	0	3	0	0	3	0	0	3	0	0	3	0	0	3	0	0
	Kontrolle.																			

¹ Ympad med nitrifikationsbakterier den 17/1 1910.

Geimpft mit Nitrifikationsbakterien am 17/1 1910.

² Ympad med nitrifikationsbakterier den 8/1 1910.

Geimpft mit Nitrifikationsbakterien am 8/1 1910.

³ Ympad med nitrifikationsbakterier den 8/1 1910.

Geimpft mit Nitrifikationsbakterien am 8/1 1910.

4

v a t i o n s d a g a r
a c h t u n g s t a g e

$^{18}/_{12}$ 1909			$^{22}/_{12}$ 1909			$^{27}/_{12}$ 1909			$^{31}/_1$ 1910			$^{8}/_1$ 1910			$^{15}/_1$ 1910			$^{22}/_1$ 1910			$^{28}/_1$ 1910			$^{1}/_2$ 1910			$^{11}/_2$ 1910			$^{18}/_2$ 1910		
H_3N	N_2O_3	N_2O_5	H_3N	N_2O_3	N_2O_5	H_3N	N_2O_3	N_2O_5	H_3N	N_2O_3	N_2O_5	H_3N	N_2O_3	N_2O_5	H_3N	N_2O_3	N_2O_5	H_3N	N_2O_3	N_2O_5	H_3N	N_2O_3	N_2O_5	H_3N	N_2O_3	N_2O_5	H_3N	N_2O_3	N_2O_5			
3	0	0	3	0	0	3	0	0	3	0	0	3	0	0	3	0	0	3 ¹	1	1	2	3	2									
2	0	0	(3)	0	0	2	0	0	2	0	0	2	0	0	2 ²	2	(2)	(2)	(3)	2	0	0	3									
2	0	0	3	0	0	2	0	0	2	0	0	2 ⁸	(1)	1	2	0	(2)	(2)	3	2	0	0	3									
3	0	0	3	0	0	3	0	0	3	0	0	3	0	0	3	0	0	3	0	0	3	0	0									
3	0	0	3	0	0	3	0	0	3	0	0	3	0	0	3	0	0	3	0	0	3	0	0									
3	0	0	3	0	0	3	0	0	3	0	0	3	0	0	3	0	0	3	0	0	3	0	0									
3	0	0	3	0	0	3	0	0	3	0	0	3	0	0	3	0	0	3	0	0	3	0	0									

Tab. 3. Försök över jordprovens förmåga att nitrifiera
Nitrifikationsversuche in

1 Nr.	2 Provets art och härstamning Beschaffenheit und Herkunft der Bodenproben	3 Detaljerad beskrivning Detallierte Beschreibung Sid. Seite	O b s e r - B e o b .								
			²⁶ / ₁₁ 1910			³ / ₁₂ 1910			¹⁰ / ₁₂ 1910		
			N H ₃	O ₃	O ₆	N H ₃	O ₃	O ₆	N H ₃	O ₃	O ₆
14	Bokskog. Mullblandad lera Buchenwald. Mullhaltiger Lehm. Östergötland. Omberg.	—	3	(1)	0	3	(1)	0	3	1	1
15	Bokskog. Mullblandad sand Buchenwald. Mullgemischter Sand. Skåne. Kolleberga.	—	3	(2)	(1)	2	0	1	(1)	0	3
16	Ekskog. Mull med sand Eichenwald. Mullgemischter Sand. Skåne. Kolleberga.	—	3	2	(1)	2	3	2	1	3	3
17	Löväng. Mull Laubwiese. Mull. Uppland. Grisslehamn.	436	3	0	0	3	0	0	3	(1)	(1)
18	Löväng. Humusrikt grus, 10 cm under mark- ytan Laubwiese. Humusgemischter Kies, 10 cm under der Bodenoberfläche. Uppland. Grisslehamn.	436	3	0	0	3	2	1	3	3	2
19	Örtrik tallskog på sand. Krautreicher Kiefernwald auf kalkhaltigem Sand. Gottland. Visby. Snäckgärdet.										
	Mull Mull.	—	3	0	0	3	1	1	3	3	1
	Mullblandad sand Mullgemischter Sand.	—	3	0	0	3	1	1	3	3	1
	Mullfri sand Mullfreier Sand.	—	3	0	0	3	0	0	3	3	1
20	Örtrik tallskog. Moränmargel. Krautreicher Kiefernwald. Geschiebelehm. Gottland. Skogsholms krpk.										
	Mull Mull.	466	3	0	0	3	0	0	3	(1)	(1)
	Mull 10 cm under ytan Mull 10 cm unter der Bodenoberfläche.	—	3	0	0	3	(1)	0	3	(1)	(1)

4

vationsdagar
achtungstage

$\frac{17}{12}$ 1910			$\frac{23}{12}$ 1910			$\frac{30}{12}$ 1910			$\frac{7}{1}$ 1911			$\frac{14}{1}$ 1911			$\frac{21}{1}$ 1911			$\frac{28}{1}$ 1911			$\frac{9}{2}$ 1911			$\frac{16}{2}$ 1911		
H ₃ N	N ₂ O ₃	N ₂ O ₅	H ₃ N	N ₂ O ₃	N ₂ O ₅	H ₃ N	N ₂ O ₃	N ₂ O ₅	H ₃ N	N ₂ O ₃	N ₂ O ₅	H ₃ N	N ₂ O ₃	N ₂ O ₅	H ₃ N	N ₂ O ₃	N ₂ O ₅	H ₃ N	N ₂ O ₃	N ₂ O ₅	H ₃ N	N ₂ O ₃	N ₂ O ₅	H ₃ N	N ₂ O ₃	N ₂ O ₅
2	3	1	2	3	2	2	3	3	1	(3)	2	0	0	2												
2	3	1	2	3	1	2	3	3	1	0	2	1	0	2												
2	3	1	2	3	2	1	3	3	1	3	3	1	3	3	1	3	3	0	0	3						
3	3	1	2	3	2	1	3	2	0	3	3	0	3	3	0	0	3									
2	3	2	0	(2)	3	0	(1)	3	0	0	2	0	0	2												
3	0	0	3	0	0	3	0	0	3	0	0	3	0	0	3	0	0	3	0	0						
3	0	0	3	0	0	3	0	0	3	3	1	2	3	2	1	3	3	0	3	3	0	0	(3)			
3	3	1	2	3	2	0	3	3	0	3	3	0	0	3												
2	0	2	0	0	2	0	0	3																		
3	(3)	1	2	3	(2)	2	3	2	(1)	3	3	0	3	3	0	3	3	0	3	3	0	3	3	0	3	3
3	0	0	2	1	(1)	2	3	2	0	3	3	0	3	3	0	3	3	0	3	3	0	3	3	0	3	3

4

v a t i o n s d a g a r
a c h t u n g s t a g e

$\frac{17}{12}$ 1910			$\frac{28}{12}$ 1910			$\frac{30}{12}$ 1910			$\frac{7}{1}$ 1911			$\frac{14}{1}$ 1911			$\frac{21}{1}$ 1911			$\frac{28}{1}$ 1911			$\frac{9}{2}$ 1911			$\frac{16}{2}$ 1911		
H ₃ N	N ₂ O ₃	N ₂ O ₆	H ₃ N	N ₂ O ₃	N ₂ O ₆	H ₃ N	N ₂ O ₃	N ₂ O ₆	H ₃ N	N ₂ O ₃	N ₂ O ₆	H ₃ N	N ₂ O ₃	N ₂ O ₆	H ₃ N	N ₂ O ₃	N ₂ O ₆	H ₃ N	N ₂ O ₃	N ₂ O ₆	H ₃ N	N ₂ O ₃	N ₂ O ₆	H ₃ N	N ₂ O ₃	N ₂ O ₆
3	0	0	3	0	0	3	0	0	3	0	0	3	0	0	3	0	0	3	0	0	3	0	0	3	0	0
3	0	0	3	0	0	3	0	0	3	0	0	3	0	0	3	0	0	3	0	0	3	0	0	3	0	0
3	0	0	3	0	0	3	0	0	3	0	0	3	0	0	3	0	0	3	0	0	3	0	0	3	0	0
3	0	0	3	0	0	3	0	0	3	0	0	3	0	0	3	0	0	3	0	0	3	0	0	3	0	0
3	0	0	3	0	0	3	0	0	3	0	0	3	0	0	3	0	0	3	0	0	3	0	0	3	0	0
3	0	0	3	0	0	3	0	0	3	0	0	3	0	0	3	0	0	3	0	0	3	0	0	3	0	0
3	0	0	3	0	0	3	0	0	3	0	0	3	0	0	3	0	0	3	0	0	3	0	0	3	0	0
3	0	0	3	0	0	3	0	0	3	0	0	3	0	0	3	0	0	3	0	0	3	0	0	3	0	0
3	0	0	3	0	0	3	0	0	3	0	0	3	0	0	3	0	0	3	0	0	3	0	0	3	0	0
3	0	0	3	0	0	3	0	0	3	0	0	3	0	0	3	0	0	3	0	0	3	0	0	3	0	0
3	0	0	3	0	0	3	0	0	3	0	0	3	0	0	3	0	0	3	0	0	3	0	0	3	0	0
3	0	0	3	0	0	3	0	0	3	0	0	3	0	0	3	0	0	3	0	0	3	0	0	3	0	0
3	0	0	3	0	0	3	0	0	3	0	0	3	0	0	3	0	0	3	0	0	3	0	0	3	0	0
3	0	0	3	0	0	3	0	0	3	0	0	3	0	0	3	0	0	3	0	0	3	0	0	3	0	0
3	0	0	3	0	0	3	0	0	3	0	0	3	0	0	3	0	0	3	0	0	3	0	0	3	0	0
3	0	0	3	0	0	3	0	0	3	0	0	3	0	0	3	0	0	3	0	0	3	0	0	3	0	0
3	0	0	3	0	0	3	0	0	3	0	0	3	0	0	3	0	0	3	0	0	3	0	0	3	0	0
3	0	0	3	0	0	3	0	0	3	0	0	3	0	0	3	0	0	3	0	0	3	0	0	3	0	0
3	0	0	3	0	0	3	0	0	3	0	0	3	0	0	3	0	0	3	0	0	3	0	0	3	0	0
3	0	0	3	0	0	3	0	0	3	0	0	3	0	0	3	0	0	3	0	0	3	0	0	3	0	0
3	0	0	3	0	0	3	0	0	3	0	0	3	0	0	3	0	0	3	0	0	3	0	0	3	0	0
3	0	0	3	0	0	3	0	0	3	0	0	3	0	0	3	0	0	3	0	0	3	0	0	3	0	0
3	0	0	3	0	0	3	0	0	3	0	0	3	0	0	3	0	0	3	0	0	3	0	0	3	0	0
3	0	0	3	0	0	3	0	0	3	0	0	3	0	0	3	0	0	3	0	0	3	0	0	3	0	0
3	0	0	3	0	0	3	0	0	3	0	0	3	0	0	3	0	0	3	0	0	3	0	0	3	0	0
3	0	0	3	0	0	3	0	0	3	0	0	3	0	0	3	0	0	3	0	0	3	0	0	3	0	0
3	0	0	3	0	0	3	0	0	3	0	0	3	0	0	3	0	0	3	0	0	3	0	0	3	0	0
3	0	0	3	0	0	3	0	0	3	0	0	3	0	0	3	0	0	3	0	0	3	0	0	3	0	0
3	0	0	3	0	0	3	0	0	3	0	0	3	0	0	3	0	0	3	0	0	3	0	0	3	0	0
3	0	0	3	0	0	3	0	0	3	0	0	3	0	0	3	0	0	3	0	0	3	0	0	3	0	0
3	0	0	3	0	0	3	0	0	3	0	0	3	0	0	3	0	0	3	0	0	3	0	0	3	0	0
3	0	0	3	0	0	3	0	0	3	0	0	3	0	0	3	0	0	3	0	0	3	0	0	3	0	0
3	0	0	3	0	0	3	0	0	3	0	0	3	0	0	3	0	0	3	0	0	3	0	0	3	0	0
3	0	0	3	0	0	3	0	0	3	0	0	3	0	0	3	0	0	3	0	0	3	0	0	3	0	0
3	0	0	3	0	0	3	0	0	3	0	0	3	0	0	3	0	0	3	0	0	3	0	0	3	0	0
3	0	0	3	0	0	3	0	0	3	0	0	3	0	0	3	0	0	3	0	0	3	0	0	3	0	0
3	0	0	3	0	0	3	0	0	3	0	0	3	0	0	3	0	0	3	0	0	3	0	0	3	0	0
3	0	0	3	0	0	3	0	0	3	0	0	3	0	0	3	0	0	3	0	0	3	0	0	3	0	0
3	0	0	3	0	0	3	0	0	3	0	0	3	0	0	3	0	0	3	0	0	3	0	0	3	0	0
3	0	0	3	0	0	3	0	0	3	0	0	3	0	0	3	0	0	3	0	0	3	0	0	3	0	0
3	0	0	3	0	0	3	0	0	3	0	0	3	0	0	3	0	0	3	0	0	3	0	0	3	0	0
3	0	0	3	0	0	3	0	0	3	0	0	3	0	0	3	0	0	3	0	0	3	0	0	3	0	0
3	0	0	3	0	0	3	0	0	3	0	0	3	0	0	3	0	0	3	0	0	3	0	0	3	0	0
3	0	0	3	0	0	3	0	0	3	0	0	3	0	0	3	0	0	3	0	0	3	0	0	3	0	0
3	0	0	3	0	0	3	0	0	3	0	0	3	0	0	3	0	0	3	0	0	3	0	0	3	0	0
3	0	0	3	0	0	3	0	0	3	0	0	3	0	0	3	0	0	3	0	0	3	0	0	3	0	0
3	0	0	3	0	0	3	0	0	3	0	0	3	0	0	3	0	0	3	0	0	3	0	0	3	0	0
3	0	0	3	0	0	3	0	0	3	0	0	3	0	0	3	0	0	3	0	0	3	0	0	3	0	0
3	0	0	3	0	0	3	0	0	3	0	0	3	0	0	3	0	0	3	0	0	3	0	0	3	0	0
3	0	0	3	0	0	3	0	0	3	0	0	3	0	0	3	0	0	3	0	0	3	0	0	3	0	0
3	0	0	3	0	0	3	0	0	3	0	0	3	0	0	3	0	0	3	0	0	3	0	0	3	0	0
3	0	0	3	0	0	3	0	0	3	0	0	3	0	0	3	0	0	3	0	0	3	0	0	3	0	0
3	0	0	3	0	0	3	0	0	3	0	0	3	0	0	3	0	0	3	0	0	3	0	0	3	0	0
3	0	0	3	0	0	3	0	0	3	0	0	3	0	0	3	0	0	3	0	0	3	0	0	3	0	0
3	0	0	3	0	0	3	0	0	3	0	0	3	0	0	3	0	0	3	0	0	3	0	0	3	0	0
3	0	0	3	0	0	3	0	0	3	0	0	3	0	0	3	0	0	3	0	0	3	0	0	3	0	0
3	0	0	3	0	0	3	0	0	3	0	0	3	0	0	3	0	0	3	0	0	3	0	0	3	0	0
3	0	0	3	0	0	3	0	0	3	0	0	3	0	0	3	0	0	3	0	0	3	0	0	3	0	0
3	0	0	3	0	0	3	0	0	3	0	0	3	0	0	3	0	0	3	0	0	3	0	0	3	0	0
3	0	0	3	0	0	3	0	0	3	0	0	3	0	0	3	0	0	3	0	0	3	0	0	3	0	0
3	0	0	3	0	0	3	0	0	3	0	0	3	0	0	3	0	0	3	0	0	3	0	0	3	0	0
3	0	0	3	0	0	3	0	0	3	0	0	3	0	0	3	0	0	3	0	0	3	0	0	3	0	0
3	0	0	3	0	0	3	0	0	3	0	0	3	0	0	3	0	0	3	0	0	3	0	0	3	0	0
3	0	0	3	0	0	3	0	0	3	0	0	3	0	0	3	0	0	3	0	0	3	0	0	3	0	0
3	0	0	3	0	0	3	0	0	3	0	0	3	0	0	3	0	0	3	0	0	3	0	0	3	0	0
3	0	0	3	0	0	3	0	0	3	0	0	3	0	0	3	0	0	3	0	0	3	0	0	3	0	0
3	0	0	3	0	0	3	0	0	3	0	0	3	0	0	3	0	0	3	0	0	3	0	0	3	0	0
3	0	0	3	0	0	3	0	0	3	0	0	3	0	0	3	0	0	3	0	0	3	0	0	3	0	0
3	0	0	3	0	0	3	0	0	3	0	0	3	0	0	3	0	0	3	0	0	3	0	0	3	0	0
3	0	0	3	0	0	3	0	0	3	0	0	3	0	0	3	0	0	3	0	0	3	0	0	3	0	0
3	0	0	3	0	0	3	0	0	3	0	0	3	0	0	3	0										

4

vationsdagar

achtungstage

17/12 1910			28/12 1910			30/12 1910			7/1 1911			14/1 1911			21/1 1911			28/1 1911			9/2 1911			16/2 1911		
H ₃ N	N ₂ O ₃	N ₂ O ₅	H ₃ N	N ₂ O ₃	N ₂ O ₅	H ₃ N	N ₂ O ₃	N ₂ O ₅	H ₃ N	N ₂ O ₃	N ₂ O ₅	H ₃ N	N ₂ O ₃	N ₂ O ₅	H ₃ N	N ₂ O ₃	N ₂ O ₅	H ₃ N	N ₂ O ₃	N ₂ O ₅	H ₃ N	N ₂ O ₃	N ₂ O ₅	H ₃ N	N ₂ O ₃	N ₂ O ₅
3	0	0	3	0	0	3	0	0	3	0	0	3	0	0	3	0	0	3	0	0	3	0	0			
3	0	0	3	0	0	3	0	0	3	0	0	3	0	0	3	0	0	3	0	0	3	0	0			
3	0	0	3	0	0	3	0	0	3	0	0	3	0	0	3	0	0	3	0	0	3	0	0			
3	0	0	3	0	0	3	0	0	3	0	0	3	0	0	3	0	0	3	0	0	3	0	0			
3	0	0	3	0	0	3	0	0	3	0	0	3	0	0	3	0	0	3	0	0						
3	0	0	3	0	0	3	0	0	3	0	0	3	0	0	3	0	0	3	0	0						
3	0	0	3	0	0	3	0	0	3	0	0	3	0	0	3	0	0	3	0	0						
3	0	0	3	0	0	3	0	0	3	0	0	3	0	0	3	0	0	3	0	0						

Tab. 4. Försök över jordprovens förmåga att nitrifiera
Nitrifikationsversuche in

1	2	5	O b s e r - B e o b -					
N:o	Provets art och härstamning Beschaffenheit und Herkunft der Bodenproben	Detaljerad beskrivning Detaillerte Beschreibung Sid. Seite	15/10 1913			4/11 1913		
			H ₃ N	N ₂ O ₃	N ₂ O ₆	H ₃ N	N ₂ O ₃	N ₂ O ₆
33	Örtrik granskog. Fichtenhain. Jämtland. Krpk. Undrom.	462						
	Mull. Mull. Mineraljord. Mineralboden.		0	3	3	0	3	3
			2	0	0	0	3	2
34	Mossrik granskog med blåbärsris. Moosreicher Fichtenwald. Jämtland. Krpk. Undrom.	462						
	Mineraljord. Mineralboden.		2	0	0	1	0	0
1	2	3	27/11 1913			11/12 1913		
			H ₃ N	N ₂ O ₃	N ₂ O ₆	H ₃ N	N ₂ O ₃	N ₂ O ₆
35	Väl gödslad trädgårdsjord. Gut gedüngte Gartenerde. Stockholm. Frescati.	—	3	0	0	2	3	2
36	Väl gödslad trädgårdsjord. Gut gedüngte Gartenerde. Stockholm. Frescati.	—	3	0	0	2	3	1
37	Potatisjord, gödslad med stallgödsel. Kartoffelboden, gedüngt mit Stallmist. Ångermanland. Selsjöns gästgivaregård.	—				3	3	1

en ammoniumsulfatlösning. Buhlert—Fickendeys lösning.
einer Ammoniumsulfatlösung.

4																	
vationsdag ar achtungstage																	
$\frac{22}{11}$ 1913			$\frac{6}{12}$ 1913			$\frac{19}{12}$ 1913			$\frac{10}{1}$ 1914			$\frac{13}{2}$ 1914			$\frac{13}{3}$ 1914		
H ₃ N	N ₂ O ₃	N ₂ O ₅	H ₃ N	N ₂ O ₃	N ₂ O ₅	H ₃ N	N ₂ O ₃	N ₂ O ₅	H ₃ N	N ₂ O ₃	N ₂ O ₅	H ₃ N	N ₂ O ₃	N ₂ O ₅	H ₃ N	N ₂ O ₃	N ₂ O ₅
0	0	3															
0	3	2	0	3	2	0	3	2	0	3	3	0	3	3	0	3	3
1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0

4												
$\frac{22}{12}$ 1913			$\frac{12}{1}$ 1914			$\frac{16}{3}$ 1913						
H ₃ N	N ₂ O ₃	N ₂ O ₅	H ₃ N	N ₂ O ₃	N ₂ O ₅	H ₃ N	N ₂ O ₃	N ₂ O ₅				
2	3	2	1	0	3				Ymp. $\frac{17}{11}$ 1913			
									Geimpft			
2	3	2	1	3	3	0	0	3	Ymp. $\frac{18}{11}$ 1913			
									Geimpft			
1	3	3	0	0	3				Ymp. $\frac{29}{11}$ 1913			
									Geimpft			

Tab. 5. **Försök över jordprovens förmåga att nitrifiera**
Nitrifikationsversuche in

1	2	3	O b s e r - B e o b -								
N:o	Provets art och härstamning Beschaffenheit und Herkunft der Bodenproben	Detalje- rad be- skrivning	26/11 1914			3/12 1914			10/12 1914		
		Detallier- te Be- schreibung									
		Sid. Seite	H ₃ N	N ₂ O ₃	N ₂ O ₅	H ₃ N	N ₂ O ₃	N ₂ O ₅	H ₃ N	N ₂ O ₃	N ₂ O ₅
38	Mulljord från grålsbestånd. Grauerlenbestånd. Mullboden. Ångermanland. Stranden av Selsjön.	458	3	(1)	1	3	(1)	1	2	3	2
39	Barrblandskog med moss- och ristäcke. Lucker råhumus, lerig morän. Moosreicher Nadelmischwald. Moder. Ångermanland. Selsjön.	470	3	0	0	3	0	0	3	0	0
40	Barrblandskog med moss- och ristäcke. Lucker råhumus å grusig morän. Moosreicher Nadelmischwald. Moder. Ångermanland. Anundsjö sn. Brattsjö.	—							3	0	0
			28/9 1914			7/10 1914			21/10 1914		
41	Löväng av nordisk typ. Laubwiese. Nordischer Typus. Ångermanland. Nära Forsmobron.	438	3	0	0	2	0	0	2	3	2

en ammoniumsulfatlösning. Buhlert—Fickendeys lösning.
einer Ammoniumsulfatlösung.

[illegible]

1	2	3	4	5	6																				7	
Nr	Provets art och beskaffenhet Beschaffenheit und Herkunft der Bodenprobe	Detailerad beskrivning Detaillierte Beschreibung	Salpeter eller Ammoniak oder	Provrör Einzelversuch	Observationsdagar Beobachtungstage																				Gasbildning Gasentwicklung	
		Sid. Seite			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20		
9	Bokskog. Mulljord. Buchenwald. Mullboden. Halland. Krpk. Vallåsen.	426	S.	1 2 3 4	+	+			+	+	—														kr. » » »	
10	Bokskog. Begynnande råhumusbildning. Buchenwald. Schwache Rohhumusbildung. Halland. Krpk. Vallåsen.	427		1 2 3 4	+			+	+	+	+	—													kr. » » »	
11	Trädgårdsjord. Gartenerde. Uppland. Djursholm.	—	S.	1 2 3 4	+	+	+	—																	kr. » » »	
12	Sandgrop med <i>Epilobium</i> . Kiesgrube mit <i>Epilobium angustifolium</i> . Södermanland. Jönåkers häradsallmänning.	486	S.	1 2 3 4	+			+	+	+	+	+	+		+	+	+	+	+	+		+	+	+	+	—
13	Mossrik barrblandskog. Mullartad humus. Moosreicher Nadelmischwald. Moder. Södermanland. Jönåkers häradsallmänning.	467	A.	1 2 3 4	+	+	+	+	+	+			+	+	+	+	+	+			+	+	+	+	+	—
14	Mossrik barrblandskog. Mullartad råhumus. Moosreicher Nadelmischwald. Moder. Södermanland. Jönåkers häradsallmänning.	467	A.	1 2 3 4	+	+	+	+	+	+	—															kr. » » »
15	Mossrik barrblandskog. Lucker råhumus. Moosreicher Nadelmischwald. Moder. Södermanland. Jönåkers häradsallmänning.	468	A.	1 2 3 4	+	+			+	+	+	+	+	+		+	+	+	+	+		+	+	+	sv. » » »	

1	2	3	4	5	6																				7
Nr	Provets art och beskaffenhet Beschaffenheit und Herkunft der Bodenprobe	Detailerad beskrivning Detaillierte Beschreibung	Salpeter eller Ammoniak oder Provrör Einzelversuch	O b s e r v a t i o n s d a g a r B e o b a c h t u n g s t a g e																				Gasbildning Gasentwicklung	
		Sid. Seite		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20		
16	Mossrik barrblandskog. Humusblandad blekjord. Moosreicher Nadelmischwald. Bleicherde. Södermanland. Jönåkers häradssallmänning.	468	A.	1 2 3 4	+ + + +	 + + +	+ + + +	+ + + +	+ + + +	+ + + +	+ + + +	+ + + +	+ + + +	+ + + +	+ + + +	+ + + +	+ + + +	+ + + +	+ + + +	+ + + +	+ + + +	—			
17	Lunddäld. Mulljord. Haintälchen. Mull. Skåne. Skärälid.	443	S.	1 2 3 4	+ + + +	+ + + +	+ + + +	— — — —	 	 	 	 	 	 	 	 	 	 	 	 	 	 	kr. » » »		
18	Örtrikt kärr i lunddäld. Niederungsmoor mit Kräutern in einem Haintälchen. Skåne. Skärälid.	445	S.	1 2 3 4	+ + + +	+ + + +	— — — —	 	 	 	 	 	 	 	 	 	 	 	 	 	 	 	kr. » » »		
19	Lunddäld. Mulljord. Haintälchen Mull. Skåne. Skärälid.	443	S.	1 2 3 4	+ + + +	+ + + +	+ + + +	— — — —	 	 	 	 	 	 	 	 	 	 	 	 	 	 	kr. » » »		
20	Kärr. Niederungsmoor. Halland. Krpk. Vallåsen.	475	S.	1 2 3 4	+ + + +	+ + + +	+ + + +	— — — —	 	 	 	 	 	 	 	 	 	 	 	 	 	 	kr. » » »		
21	Kärr. Niederungsmoor. Halland. Krpk. Vallåsen.	476	S.	1 2 3 4	+ + + +	+ + + +	+ + + +	— — — —	 	 	 	 	 	 	 	 	 	 	 	 	 	 	kr. » » »		
22	Torrlagd mosse. Trockengelegtes Moor. Halland. Krpk. Vallåsen.	479	S.	1 2 3 4	+ + + +	+ + + +	+ + + +	+ + + +	— — — —	 	 	 	 	 	 	 	 	 	 	 	 	 	kr. » » »		
23	Bokskog. Mulljord. Buchenwald. Mull. Skåne. Skärälid.	425	S.	1 2 3 4	+ + + +	+ + + +	+ + + +	+ + + +	— — — —	 	+ + + +	+ + + +	+ + + +	+ + + +	— — — —	 	 	 	 	 	 	 	sv. » » »		
24	Almskog. Mulljord. Rüsternwald. Mull. Skåne. Dalby hage.	431	S.	1 2 3 4	+ + + +	+ + + +	+ + + +	— — — —	 	 	 	 	 	 	 	 	 	 	 	 	 	 	kr. » » »		

kr. = kraftig, sv. = svag.

kr. = kräftig, sv. = schwach.

Tab. 7. Jordprovens förmåga att vid lagring bilda salpeter.
Nitrifikation in den Bodenproben bei Lagern.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
N:o	Provet's art och härstamning Beschaffenheit und Herkunft der unter- suchten Bodenproben	Detailerad beskrivning Detailierte Beschreibung Sid. Seite	Glödningsförlust av torkat prov Glühverlust bei trockenem Boden %	Total-N av torkat prov Total-N bei trockenem Boden %	Total-N av glödningsförlust Total-N im Glühverlust %	Ursprunglig halt av salp.-N Gehalt Salp.-N beim Beginn des Versuches mg per kg	Slutlig halt av salp.-N Gehalt Salp.-N am Ende des Versuches mg per kg	Ursprungl. halt av salp.-N i % av total-N Gehalt Salp.-N in % des Total-N beim Beginn des Versuches	Slutlig halt av Salp.-N i % av total-N Gehalt Salp.-N in % des Total-N am Ende des Versuches	Lagringstid Lagerungszeit veckor Wochen
1	Potatisjord, gödslad med stallgödsel. Kartoffelacker, gedüngt mit Stallmist. Ångermanland. Selsjön.	—	9,6	0,5	5,3	1,5	38,0	0,030	0,760	II
2	Gråalsbestånd. Mulljord. Grauerlenbestånd. Mullboden. Ångermanland. Selsjön.	458	7,6	0,3	4,0	4,5	30,0	0,150	1,000	
3	Mossrik barrblandskog. Mullartad råhumus. Moosreicher Nadelmischwald. Lockerer Rohhumus. Ångermanland. Selsjön.	470	12,9	0,4	2,8	0,2	0,4	0,005	0,010	
4	Bokskog. Mulljord. Buchenwald. Mullboden. Halland. Krpk. Vallåsen.	426	13,8	0,3	2,4	25,0	63,0	0,833	2,100	
5	Lunddäld. Mulljord. Haintälchen. Mullboden. Skåne. Skäralid.	443	21,1	1,1	4,8	54,0	320,0	0,491	2,909	24
6	Bokskog. Mulljord. Bachenwald. Mullboden. Halland. Krpk. Vallåsen.	426	6,1	0,2	3,6	50,0	120,0	2,500	6,000	
7	Blandskog av ädla lövträd. Mull- jord å vittringsgrus av diabas. Mischwald von edlen Laubbäumen. Mullboden, Vervitterungskies auf Diabas. Skåne. Röstånga.	429	20,1	0,8	3,8	16,0	120,0	0,200	1,500	
8	Blandskog av ädla lövträd. Mull- jord å sand. Mischwald von edlen Laubbäumen. Mullboden auf Sand. Skåne. Röstånga.	427	9,2	0,3	3,6	8,0	200,0	0,267	6,667	

1	1	3	4	5	6	7	8	9	10	11
N:o	Provets art och härstamning Beschaffenheit und Herkunft der unter- suchten Bodenproben	Detaljerad beskrivning Detailierte Beschreibung Sid. Seite	Glödgningsförlust av torkat prov Glühverlust bei trockenem Boden %	Total-N av torkat prov Total-N bei trockenem Boden %	Total-N av glödgningsförlust Total-N im Glühverlust %	Ursprunglig halt av salp.-N Gehalt Salp.-N beim Beginn des Versuches mg per kg	Slutlig halt av salp.-N Gehalt Salp.-N am Ende des Versuches mg per kg	Ursprungl. halt av salp.-N i % av total-N Gehalt Salp.-N in % des Total-N beim Beginn des Versuches	Slutlig halt av salp.-N i % av total-N Gehalt Salp.-N in % des Total-N am Ende des Versuches	Lagringstid Lagerungszeit veckor Wochen
9	Blandskog av ädla lövträd. Mull- jord å moränmärgel. Mischwald aus edlen Laubbäumen. Mull- boden auf kalkhaltigem Geschiebe- lehm. Skåne. Dalby hage.	431	9,2	0,5	5,6	14,0	70,0	0,280	1,400	24
10	Kärr med nitrathaltig <i>Cirsium pa- lustre</i> . Niederungsmoor mit nitrathaltigem <i>Cirsium palustre</i> . Halland. Krpk. Vallåsen.	476	37,3	1,2	3,1	18,0	240,0	0,150	2,000	
11	Kärr med nitrathaltig <i>Viola palu- stris</i> . Niederungsmoor mit nitrathaltiger <i>Viola palustris</i> . Halland. Krpk. Vallåsen.	475	3,1	0,9	2,9	1,0	160,0	0,011	1,778	
12	Björkbevuxen, torrlagd mosse. Trockengelegtes Moor mit Birken. Halland. Krpk. Vallåsen.	479	85,0	2,5	2,9	14,0	8,0	0,056	0,032	
13	Alskog. Mulljord. Schwarzerlenwald. Mullboden. Södermanland. Ornö.	456	13,7	0,6	4,3	120,0	130,0	2,000	2,167	9
14	Löväng. Hassellund. Laubwiese. Haselhain. Södermanland. Ornö.	434	12,5	0,4	3,4	10,0	38,0	0,250	0,950	
15	Löväng. Örtbacksartad hassellund. Mulljord. Laubwiese. Offener Haselhain. Södermanland. Ornö.	437	16,0	0,4	2,3	1,0	14,0	0,025	0,350	
16	Löväng. Ljungbevuxen örtmatta Mulljord. Laubwiese. Mit Heidekraut bewachsene Partie. Södermanland. Ornö.	437	6,5	0,2	2,7	0,4	0,4	0,020	0,020	

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
N:o	Provets art och härstamning Beschaffenheit und Herkunft der unter- suchten Bodenproben	Detaljerad beskrivning Detaillierte Beschreibung Sid. Seite	Glödningsförlust av torkat prov Glühverlust bei trockenem Boden %	Total-N av torkat prov Total-N bei trockenem Boden %	Total-N av glödningsförlust Total-N im Glühverlust %	Ursprunglig halt av salp.-N Gehalt Salp.-N beim Beginn des Versuches mg per kg	Slutlig halt av salp.-N Gehalt Salp.-N am Ende des Versuches mg per kg	Ursprungl. halt av salp.-N i % av total-N Gehalt Salp.-N in % des Total-N beim Beginn des Versuches	Slutlig halt av Salp.-N i % av total-N Gehalt Salp.-N in % des Total-N am Ende des Versuches	Lagringstid Lagerungszeit veckor Wochen
17	Mossrik barrblandskog. Råhumus. Moosreicher Nadelmischwald. Rohhumus. Södermanland. Ornö.	469	88,2	1,6	1,8	—	0,3	—	0,002	9
18	Ört- och gräsrikt klippsamhälle. Mulljord. Felsenklüfte mit Kräutern und Gräsern. Mullboden. Södermanland. Ornö.	480	12,5	0,6	4,8	50,0	60,0	0,833	1,000	
19	Klippskrevä med nitrathaltigt hal- lon. Mulljord. Felsenkluft mit nitrathaltigem <i>Rubus idæus</i> . Södermanland. Ornö.	482	18,3	0,7	4,0	60,0	80,0	0,857	1,143	
20	Klippskrevä med ljung. Felsenkluft mit Heidekraut. Södermanland. Ornö.	—	28,8	0,9	3,3	34,0	34,0	0,378	0,378	
21	Åker, besädd med vårråg. Acker mit Roggen. Södermanland. Ornö.	490	7,5	0,3	3,6	22,0	27,0	0,733	0,900	
22	Trädgårdsland. Gartenerde. Södermanland. Ornö.	489	8,0	0,4	4,4	60,0	60,0	1,500	1,500	
23	Mossrik barrblandskog. Råhumus. Bestånd å 850 kbm. Moosreicher Nadelmischwald. Roh- humus. Bestånd von 850 kbm. Södermanland. Jönåkers härads- allmänning.	468	75,1	1,1	1,5	—	1,2	—	0,011	8
24	Mossrik barrblandskog. Humushaltig blekjord. Bestånd å 850 kbm. Moosreicher Nadelmischwald. Humus- haltige Bleicherde. Bestånd von 850 kbm. Södermanland. Jönåkers härads- allmänning.	468	16,1	0,3	2,0	0,4	0,4	0,013	0,013	

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
N:o	Provets art och härstamning Beschaffenheit und Herkunft der unter- suchten Bodenproben	Detaljerad beskrivning Detaillierte Beschreibung Sid. Seite	Glödgningsförlust av torkat prov Glühverlust bei trockenem Boden %	Total-N av torkat prov Total-N bei trockenem Boden %	Total-N av glödgningsförlust Total-N im Glühverlust %	Ursprunglig halt av salp.-N Gehalt Salp.-N beim Beginn des Versuches mg per kg	Slutlig halt av salp.-N Gehalt Salp.-N am Ende des Versuches mg per kg	Ursprungl. halt av salp.-N i % av total-N Gehalt Salp.-N in % des Total-N beim Beginn des Versuches	Slutlig halt av salp.-N i % av total-N Gehalt Salp.-N in % des Total-N am Ende des Versuches	Lagringstid Lagerungszeit veckor Wochen
25	Mossrik barrblandskog. Mullartat humustäcke. Bestånd à 1,050 kbn. Moosreicher Nadelmischwald. Mullähn- licher Humus. Södermanland. Jönåkers härads- allmänning.	467	4,5	0,3	7,7	0,3	0,4	0,010	0,013	8
26	Jord från grustag. Platsen bevuxen med <i>Epilobium</i> . Kiesgrube mit <i>Epilobium angustifolium</i> . Södermanland. Jönåker.	486	2,6	0,1	2,7	—	60,0	—	6,000	
27	Mossrik granskog. Råhumus. Moosreicher Fichtenwald. Rohhumus. Jämtland. Ansjö krpk.	471	35,0	0,5	1,5	0,4	0,8	0,008	0,016	8
28	Mossrik granskog. Råhumus. Moosreicher Fichtenwald. Rohhumus. Jämtland. Ansjö krpk.	472	28,1	0,6	2,1	0,0	0,8	—	0,013	
29	Mossrik granskog. Råhumus. Moosreicher Fichtenwald. Rohhumus. Jämtland. Ammer krpk.	470	33,3	0,7	2,2	0,0	0,7	—	0,010	8
30	Torv under <i>Sphagnum</i> kring källa. Torf unter <i>Sphagnum</i> bei einer Quelle. Jämtland. Ansjö krpk.	473	91,2	1,6	1,7	—	2,4	—	0,015	
31	Mossrik barrblandskog. Råhumus. Moosreicher Nadelmischwald. Roh- humus. Ångermanland. Selsjön.	470	9,7	0,2	2,1	—	0,5	—	0,025	
32	Jord från bäck m. <i>Stellarianemorum</i> . Bodenprobe aus einem Bach mit <i>Stel- laria nemorum</i> . Jämtland. Ansjö krpk. Provot genomluftat. Durchlüftet.	453	65,5	1,8	2,7	0,0	0,4	—	0,002	4

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
N ₂ O	Provet's art och härstamning Beschaffenheit und Herkunft der unter- suchten Bodenproben	Detaljerad beskrivning Detaillierte Beschreibung Sid. Seite	Glödgningsförlust av torkat prov Glühverlust bei trockenem Boden %	Total-N av torkat prov Total-N bei trockenem Boden %	Total-N av glödgningsförlust Total-N im Glühverlust %	Ursprunglig halt av salp.-N Gehalt Salp.-N beim Beginn des Versuches mg per kg	Slutlig halt av salp.-N Gehalt Salp.-N am Ende des Versuches mg per kg	Ursprungl. halt av salp.-N i % av total-N Gehalt Salp.-N in % des Total-N beim Beginn des Versuches	Slutlig halt av salp.-N i % av total-N Gehalt Salp.-N in % des Total-N am Ende des Versuches	Lagringstid Lagerungszeit veckor Wochen
33	Jord från avloppet till en källa. Bodenprobe aus dem Abfluss einer Quelle. Jämtland. Ansjö krpk. Provet genomluftat. Durchlüftet.	453	78,4	2,1	2,6	0,0	0,6	—	0,003	4
34	Örtrikt kärr. Niederungsmoor mit Kräutern. Skåne. Skärålid. Provet icke genomluftat. Nicht durchlüftet.	445	15,4	0,8	4,9	0,0	0,4	—	0,005	24
35	Samma prov. Dieselbe Probe. Provet genomluftat. Durchlüftet.	445	15,4	0,8	4,9	0,0	280,0	—	3,500	4
36	Jord från grustag med nitratoofil vegetation. Kiesgrube mit nitratoiphiler Vegetation. Uppland. Rotebro.	485	0,5	0,01	2,8	0,5	0,2	0,5	0,2	18
37	Jord från grustag med nitratoofil vegetation. Kiesgrube mit nitratoiphiler Vegetation. Uppland. Rotebro.	485	3,2	0,1	2,1	1,1	12,0	0,110	1,200	
38	Örtrik granskog. Mulljord. Fichtenhain. Mullboden. Södermanland. Jönåker.	460	33,9	1,0	2,9	0,7	280,0	0,007	2,300	
39	Mossrik barrblandskog. Råhumus. Bestånd å 850 kbm. Moosreicher Nadelmischwald. Rohhu- mus. Bestand von 850 kbm. Södermanland. Jönåker.	468	48,7	0,8	1,7	0,4	0,4	0,005	0,005	13
40	Mossrik barrblandskog. Fläck med <i>Anemone nemorosa</i> . Mullartad råhumus. Moosreicher Nadelmischwald. Lockerer Rohhumus mit <i>Anemone nemorosa</i> . Södermanland. Jönåker.	468	31,9	0,7	2,2	0,5	1,0	0,007	0,014	

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
N:o	Provets art och härstamning Beschaffenheit und Herkunft der unter- suchten Bodenproben	Detaljerad beskrivning Detailierte Beschreibung Sid. Seite	Glödgningsförlust av torkat prov Glühverlust bei trockenem Boden %	Total-N av torkat prov Total-N bei trockenem Boden %	Total-N av glödgningsförlust Total-N im Glühverlust %	Ursprunglig halt av salp.-N Gehalt Salp.-N beim Beginn des Versuches mg per kg	Slutlig halt av salp.-N Gehalt Salp.-N am Ende des Versuches mg per kg	Ursprungl. halt av salp.-N i % av total-N Gehalt Salp.-N in % des Total-N beim Beginn des Versuches	Slutlig halt av Salp.-N i % av total-N Gehalt Salp.-N in % des Total-N am Ende des Versuches	Lagringstid Lagerungszeit veckor Wochen
41	Mossrik barrblandskog. Råhumus. Moosreicher Nadelmischwald. Roh- humus. Södermanland. Jönåker.	468	23,7	0,5	1,9	0,0	0,4	—	0,008	13
42	Alskog. Mulljord. Schwarzerlenwald. Mullboden. Uppland. Djursholm.	457	46,1	1,8	3,8	14,0	360,0	0,078	2,000	13
43	Ekskog. Lundartad. Mulljord. Eichenhain. Mullboden. Uppland. Djursholm.	430	12,5	0,5	4,0	25,0	75,0	0,500	1,500	
44	Ekskog. Matta av <i>Convallaria ma- jalis</i> . Mulljord. Eichenhain. Mullboden mit <i>Convallaria majalis</i> . Uppland. Djursholm.	430	11,5	0,4	3,7	7,0	32,0	0,175	0,800	
45	Ekskog. Mera öppen ängsmatta. Mulljord. Eichenhain. Offene Wiese. Mullboden. Uppland. Djursholm.	430	12,5	0,5	4,1	4,0	75,0	0,080	1,500	
46	Örtrik granskog. Mulljord. Krautreicher Fichtenwald. Mullboden. Uppland. Björkö-Arholma s.n. Marum.	461	21,4	0,5	2,3	0,0	24,0	—	0,480	13
47	Löväng. Hassellund. Mulljord. Laubwiese. Haselhain. Mullboden. Uppland. Vätö sn. Skabbholmen.	436	33,2	1,2	3,7	0,2	4,0	0,002	0,033	
48	Askland. Mulljord. Eschenhain. Mullboden. Uppland. Vätö sn. Skabbholmen.	433	15,8	0,7	4,3	1,4	120,0	0,020	1,714	

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
N:o	Provets art och härstamning Beschaffenheit und Herkunft der unter- suchten Bodenproben	Detaljerad beskrivning Detaillierte Beschreibung Sid. Seite	Glödningsförlust av torkat prov Glühverlust bei trockenem Boden %	Total-N av torkat prov Total-N bei trockenem Boden %	Total-N av glödningsförlust Total-N im Glühverlust %	Ursprunglig halt av salp.-N Gehalt Salp.-N beim Beginn des Versuches mg per kg	Slutlig halt av salp.-N Gehalt Salp.-N am Ende des Versuches mg per kg	Ursprungl. halt av salp.-N i % av total-N Gehalt Salp.-N in % des Total-N beim Beginn des Versuches	Slutlig halt av salp.-N i % av total-N Gehalt Salp.-N in % des Total-N am Ende des Versuches	Lagringstid Lagerungszeit veckor Wochen
49	Jord nedanför snödriva i högfjäll. Boden unterhalb einer schmelzenden Schneewehe. Norge. Hardanger. Finse. Provét icke genomluftat. Nicht durchlüftet.	—	—	—	—	0,3	0,3	—	—	19
50	Samma prov. Dieselbe Probe. Provét genomluftat. Durchlüftet.	—	—	—	—	0,3	0,3	—	—	4
51	Bäck i granskog. Bach im Fichtenwald. Jämtland. Ansjö krpk. Provét icke genomluftat. Nicht durchlüftet.	453	—	—	—	0,0	0,0	—	—	14
52	Samma prov. Dieselbe Probe. Provét genomluftat. Durchlüftet.	453	—	—	—	0,0	0,0	—	—	4
53	Torra avloppet från källan. Trockener Abfluss einer Quelle. Jämtland. Ansjö krpk. Provét icke genomluftat. Nicht durchlüftet.	473	—	—	—	32,0	270,0	—	—	14
54	Samma prov. Dieselbe Probe. Provét genomluftat. Durchlüftet.	473	—	—	—	32,0	12,0	—	—	4
55	Källans avlopp. Abfluss der Quelle. Jämtland. Ansjö krpk. Provét genomluftat. Durchlüftet.	473	—	—	—	0,8	9,0	—	—	4
56	Örtrik granskog. Mulljord. Fichtenhain. Mullboden. Lappland. Wilhelmina.	464	14,2	0,2	1,6	30,0	60,0	1,500	3,000	9

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
N:o	Provets art och härstamning Beschaffenheit und Herkunft der unter- suchten Bodenproben	Detaljerad beskrivning Detaillierte Beschreibung Sid. Seite	Glödgningsförlust av torkat prov Glühverlust bei trockenem Boden %	Total-N av torkat prov Total-N bei trockenem Boden %	Total-N av glödgningsförlust Total-N im Glühverlust %	Ursprunglig halt av salp.-N Gehalt Salp.-N beim Beginn des Versuches mg per kg	Slutlig halt av salp.-N Gehalt Salp.-N am Ende des Versuches mg per kg	Ursprungl. halt av salp.-N i % av total-N Gehalt Salp.-N in % des Total-N beim Beginn des Versuches	Slutlig halt av Salp.-N i % av total-N Gehalt Salp.-N in % des Total-N am Ende des Versuches	Lagringstid Lagerungszeit veckor Wochen
57	Jord från en fjällbäck. Boden aus einem alpineu Bach. Jämtland. Mullfjället.	484	45,1	0,6	1,3	—	68,0	—	1,133	9
58	Löväng. Mulljord. Subalpine Laubwiese. Mullboden. Jämtland. Mullfjället.	440	7,9	0,3	3,5	24,0	34,0	0,800	1,133	
59	Alpint videsnår. Mulljord. Alpines Weidengebüsch. Mullboden. Jämtland. Mullfjället.	483	7,4	0,4	7,1	—	60,0	—	1,500	
60	Subalpin löväng. Mulljord. Subalpine Laubwiese. Mullboden. Ångermanland. Tåsjöberget.	439	12,3	0,3	2,5	—	52,0	—	1,733	
61	Örtrik granskog. * Mulljord. Fichtenhain. Mullboden. Lappland. Wilhelmina s:n. Björn- berget.	463	11,1	0,2	1,8	5,0	12,0	0,250	0,600	
62	Kärr med örter. Niederungsmoor mit Kräutern. Södermanland. Ornö.	477	56,8	2,2	3,9	3,9	520,0	—	2,364	
63	Skog å gammal bränna med gran, tall, björk och asp. Nadmischwald mit Birken und Espen. Bräcke revir. Ansjö krpk.	—	—	—	—	0,0	0,0	—	—	14
64	Skog å gammal bränna med tall, gran, björk och asp. Nadmischwald mit Birken und Espen. Piteå s:n. Nära Brännfors.	—	66,0	1,7	2,5	0,6	0,8	0,004	0,005	

LITTERATUR.

- ALBERT R.: (1912). Bodenuntersuchungen im Gebiete der Lüneburger Heide. Zeitschr. f. Forst- und Jagdwesen. Bd 44.
- und A. MÖLLER. Über Stickstoffdüngung junger Holzpflanzen. Zeitschr. f. Forst- und Jagdwesen. Bd 48.
- ANDERSSON, GUNNAR: (1896). Svenska växtvärldens historia. Stockholm.
- och HENRIK HESSELMAN: (1907). Vegetation och flora i Hamra kronopark. Meddel. fr. Statens skogsförsoöksanstalt. H. 4.
- — (1910). Verbreitung, Ursprung, Eigenschaften und Anwendung der mittelschwedischen Böden. II:te Int. Agrogeolog. Konferenz. Stockholm.
- och SELIM BIRGER: (1912). Den norrländska florans geografiska fördelning och invandringshistoria. Norrl. Handbibliotek V, Uppsala.
- BARTHEL, CHR.: (1909). Jordbakteriologiska undersökningar. Landbruksakad. Handl. årg. 48. Stockholm.
- (1916). Mikroorganismerna i lantbrukets och teknikens tjänst. Stockholm.
- BAUMANN A.: (1887). Ueber die Bestimmung des im Boden enthaltenen Ammoniak-Stickstoffs und über die Menge des assimilierbaren Stickstoffs im unbearbeiteten Boden. Landw. Versuchsst. Bd 33.
- (1909). Untersuchungen über die Humussäuren. I. Geschichte der Humussäuren. Mitteil. der K. Bayr. Moorkulturanstalt. H. 3. Stuttgart.
- und E. GULLY: (1910). Untersuchungen über die Humussäuren. II. Die freien Humussäuren des Hochmoors, ihre Natur, ihre Beziehungen zu den Sphagnen und zur Pflanzenernährung. Ibidem. Heft. 4. Stuttgart.
- VON BAZAREWSKI, ST.: (1906). Beiträge zur Kenntnis der Nitrifikation und Denitrifikation im Boden. Inaug. Diss. Arbeiten aus dem landwirtsch.-bakteriolog. Institute der Universität Göttingen.
- BOUSSINGAULT M: (1886) Agronomie, chimie agricole et physiologie. Tome II. 3:e edit.
- BRÉAL M. Et (1887). Recherches des nitrates dans les terres cultivées, dans les forêts et dans quelques eaux courantes. Annales agronomiques. Tome 30. Paris.
- BÜLOW, W.: (1911). Vallfartsorter. Medd. från Skånes naturskyddsför. II. Lund.
- CHRISTENSEN, HARALD R.: (1913.) Mikrobiologische Untersuchungen von Hoch- und Niederungsmoorortorf. Cbltt. für Bakt. Abt. II. Bd 37. Jena.
- (1915). Studien über den Einfluss der Bodenbeschaffenheit auf das Bakterienleben und dem Stoffumsatz im Erdboden. Cbltt für Bakt. Abt. II. Bd 43. Jena.
- COLEMAN, C. LESLI: (1908). Untersuchungen über Nitrifikation. Cbltt für Bakt. II. Bd 20. S. 401 och 484.
- CZAPEK, FRIEDRICH: (1905). Biochemie der Pflanzen. Band II. Jena.
- EBERMAYER. E.: (1888). Gehalt der Waldböden und Waldbäume an salpetersauren Salzen (Nitraten). Allg. Forst- und Jagdzeitung. Bd 64.
- (1888). Warum enthalten die Waldbäume keine Nitrate. Ber. d. deutsch. bot. Gesellsch. Bd 6.
- EHRENBERG, P.: (1915). Die Bodenkolloide. Dresden und Leipzig.
- VON FEILITZEN, HJ. och I. LUGNER: (1910). Undersökningar öfver de mängder bundet kväve, som tillförs jorden med nederbörden. Landbruksak. Handl. Årg. 49. Stockholm. Även i Fühlings Landw. Zeitung Jahrg. 58. Heft. 7. Stuttgart 1910.
- FRANK, B.: (1888). Über die physiologische Bedeutung der Mycorrhiza. Ber. deutsch. bot. Gesellsch. Bd 6.
- FRIES, ROB.: (1910). Några ord om myxomycetfloran i Torne lappmark. Sv. Botan. Tidskr. Band 4. Stockholm 1911.
- FRÖLICH, H.: (1908). Stickstoffbindung durch einige auf abgestorbenen Pflanzen häufige Hyphomyceten. Jahrb. wissensch. Bot. Bd 45.
- GREVILLIUS, A. Y.: (1894). Biologisch-physiognomische Untersuchungen einiger schwedischer Hainthälchen. Botan. Zeitung.
- GULLY, E.: (1913). Untersuchungen über die Humussäuren. III. Die chemische Zusammensetzung und das Basenabsorptionsvermögen der Sphagnen, die Abhängigkeit derselben vom Standorte und die Bedeutung der einzelnen Nährstoffe bei der Bildung von Hochmoor. Mitt. d. K. Bayr. Moorkulturanstalt. Heft. 5. Stuttgart.

- GULLY, E.: (1915). Die »Humussäuren« im Lichte neuzeitlicher Forschungsergebnisse. Internat. Mitt. für Bodenk. Bd V.
- HAGEM, OSCAR: (1908). Untersuchungen über norwegische Mucorineen I. Videnskabs-Selskabets skrifter I. Math. Naturv. Klasse 1907. N:o 7. Kristiania.
- (1910). Untersuchungen über norwegische Mucorineen II. Videnskabs-selskabets skrifter I. Math. Naturv. Klasse 1910. N:o 4. Kristiania.
- HENRY, E.: (1908). Les sols forestiers. Paris et Nancy.
- HESSELMAN, HENRIK: (1904). Zur Kenntnis des Pflanzenlebens schwedischer Laubwiesen. Beih. Bot. Cbltt. 1904.
- (1910). Om vattnets syrehalt och dess inverkan på skogsmarkens försumpning och skogens växtlighet. Medd. fr. Statens skogsförsöksanstalt. H. 7.
- HILTNER, R.: (1896). Über die Bedeutung der Wurzelknöllchen von *Alnus glutinosa* für die Stickstoffernährung dieser Pflanze. Landw. Versuchsst. Bd 46.
- HULT, R.: (1885). Blekinges vegetation. Ett bidrag till växtformationernas utvecklings-historia. Medd. Soc. pro. Fl. et Fa. fennica. Häft 12. Helsingfors.
- HUTCHINSON, H. B. and MILLER, N. H. J.: (1909). Direct assimilation of ammonium-salts by plants. Journal of Agricultural Science. Vol. III. Cambridge.
- JOHANSSON, SIMON: (1911). Die Wanderung des Salpeters im Tonboden. Verh. der II-ten intern. Agrogeologenkonferenz. Stockholm.
- JOST, L.: (1913). Vorlesungen über Pflanzenphysiologie. Jena.
- KELLNER, O. und SAWANO, J.: (1884). Agriculturstudien über die Reiscultur. Landw. Versuchsst. Bd. 30.
- KOCH, ALFRED: (1914) Ueber die Einwirkung des Laub- und Nadelwaldes auf den Boden und die ihn bewohnenden Pflanzen. Cbltt. für Bakt. Bd 41.
- KYLIN, HARALD och SAMUELSSON, GUNNAR: (1916). Några kritiska synpunkter på beståndsanalyser. Skogsvårdsföreningens Tidskr. Årg. 14.
- LAFAR, FRANZ: (1904—1906). Handbuch der technischen Mykologie. Band III. Jena.
- LAGERBERG, TORSTEN: (1914). Markfloras analys på objektiv grund. Medd. fr. Statens skogsförsöksanstalt. H. 11.
- LUTZ, M. L.: (1898). Recherches sur la nutrition des végétaux à l'aide des substances azotées de nature organique. Annal. des sc. nat. Ser. 8. Tome VII.
- MIGULA, W.: (1900). Beiträge zur Kenntnis der Nitrifikation. Cbltt. für Bakt. Abt II. Band VI.
- MOLÉR, THY.: (1915). Ein Beitrag zur Kenntnis der Entbindung des durch Azotobakter fixierten Stickstoffs. Bot. Not. Lund.
- MOLISCH, HANS: (1883). Über den mikrochemischen Nachweis von Nitraten und Nitriten in der Pflanze mittelst Diphenylamin oder Brucin. Ber. der deutsch. Bot. Gesellschaft. Bd I.
- MÜLLER, P. E.: (1887). Studien über die natürlichen Humusformen und deren Einwirkung auf Vegetation und Boden. Berlin.
- og WEIS, FR.: (1906). Om kalkens Indvirkning paa Bøgemor. Det forstlige Forsøgsvæsen. København.
- og HELMS, Johs.: (1913). Forsøg med anvendelse af kunstgødning til Grankulturer i midtjydske Hedebund. Med Bidrag till Hedebundens Naturhistorie. Det forstlige Forsøgsvæsen i Danmark III. København.
- NILSSON, ALB.: (1896). Om örtrika barrskogar. Tidskrift för skogshush. Stockholm.
- (1899). Några drag ur de svenska växtsambhällenas utvecklingshistoria. Bot. Not.
- NYMAN, C. F. (1868). Sveriges Fanerogamer. Del II. Örebro.
- ODÉN, S.: (1912). Über die Natur der Humussäure. Arkiv för Kemi, Mineralogi och Geologi. Band 4. N:o 26. Stockholm och Uppsala.
- (1916): Die Humussäuren und die Bodenazidität. Int. Mitt. f. Bodenkunde. Band VI.
- OLTMANN FR. (1887). Ueber die Wasserbewegung in der Moospflanze und ihren Einfluss auf die Wasserverteilung im Boden. Beitr. zur Biol. der Pflanzen herausg von F. COHN. Band IV. Breslau.
- VON POST, HAMPUS: (1862). Försök till en systematisk uppställning af växtställena i mel-lersta Sverige.
- RAMANN, E.: (1905). Bodenkunde. II:te Aufl. Berlin.
- (1911). Bodenkunde. III:te Aufl. Berlin.
- RINDELL, ARTHUR: (1911). Ueber die chemische Natur der Humussäuren. Int. Mitt. für Bodenkunde. Band. I.

- ROBINSON, CHAS. S.: (1911). Two compounds isolated from peat soils. Journal of the american chemical society. Vol. 33.
- RÜBEL, E., SCHRÖTER, C. und BROCKMANN-JEROSCH, H.: (1916). Programme für geobotanische Arbeiten. Ber. d. schweiz. Bot. Gesellsch. Heft 25.
- SAMUELSSON, GUNNAR: (1910). Regionförskjutningar inom Dalarna. Sv. Bot. Tidskr. Band 4. Stockholm.
- : (1916). Studien über die Vegetation bei Finse im inneren Hardanger. Nyt Magazin f. Naturv. Bd. 55. Kristiania 1917.
- SCHIMPER, E.: (1890). Zur Frage der Assimilation der Mineralsalze durch die grüne Pflanze. Flora. Bd. 48.
- SCHOTTE, GUNNAR: (1912). Sveriges virkesrikaste skogsbestånd. Meddelanden fr. Statens skogsförsöksanst. H. 9.
- SCHREINER, A.: (1912). The organic constituents of soil. Science. Bd. 36. New-York.
- and SCHOREY, Ed. C.: (1910). Chemical Nature of soil organic matter. U. S. Dep. of Agr. B. of Soils. Bull. n:o 74. Washington.
- and SKINNER, J. J.: (1912). Nitrogenous soil constituents and their bearing on soil fertility. U. S. Dep. of Agric. B. of Soils. Bull. n:o 87. Washington.
- SERNANDER, RUTGER: (1892). Die Einwanderung der Fichte in Skandinavien. Englers bot. Jahrb. Band 15.
- (1894). Studier öfver den gotländska vegetationens utvecklingshistoria. Akad. Afhandl. Uppsala.
- SHOREY, E. & C.: (1913). Some organic soil constituents. U. S. Dep. of Agriculture. Bull. n:o 88. Washington 1913.
- STAHL, E.: (1910). Der Sinn der Mycorrhizenbildung. Jahrb. wissensch. Bot. Bd. 34.
- (1907) Über das Vergilben des Laubes. Ber. deutsch. Bot. Gesellsch. Bd. 25.
- STEVENS F. L. and WITHERS, W. A.: (1909) Studies in soil bacteriology I. Nitrification in soils and in solution. Cbltt für Bakt. Abt. II. Bd. 23.
- SUZUKI, S.: (1907). On the Formation of Humus. Bull. of the college of agric. Tokyo. Vol. VII. Tokyo 1906—1908.
- SÖHNGEN, N. L.: (1913). Einfluss von Kolloiden auf mikrobiologische Prozesse. Cbltt. für Bakt. Abt. II. Bd. 38. Jena.
- TAMM, OLOF: (1914). Die Auslaugung von Calciumkarbonat in einigen Böden der Ragundagegend. Geol. För. Förh. Bd. 36.
- TERNETZ, CH.: (1907). Über die Assimilation des atmosphärischen Stickstoffes durch Pilze. Jahrb. wissensch. Bot. Bd. 44.
- TSWETT M.: (1908). Über die Verfärbung und Entleerung des absterbenden Blattes. Ber. deutsch. Bot. Gesellsch. Bd. 26.
- VAGELER, P.: (1908). Die Bindung des atmosphärischen Stickstoffs in Natur und Technik. Die Wissenschaft. Sammlung naturw. und techn. Monographien. Braunschweig.
- VATER, H.: (1909). Bemerkung zur Stickstoffaufnahme der Waldbäume. Tharander Forstlich. Jahrbuch. Band 59.
- VOGEL VON FALCKENSTEIN, K.: (1911). Untersuchungen von märkischen Dünen sandboden mit Kiefernbestand. Internat. Mitt. für Bodenkunde. Band I.
- (1913). Ueber Nitratbildung im Waldboden. Internat. Mitt. für Bodenkunde. Band III.
- WEIBULL, MATS: (1908). Bestämning af salpetersyra i åkerjorden. Sv. Kem. Tidskr. Bd 20.
- WEIS, FR.: (1908). Om salpetersyrans dannelselse i muld og mor. Det forstlige Forsøgs-væsen II. København.
- og BORNEBUSCH, C. H.: (1914). Om Azotobacters Forekomst. Det forstl. Forsøgs-væsen i Danmark. IV. København.

Rättelser av tryckfel.

Sid. 323. Rad 5 uppfifrån står: genom avrykning med fenolsvavelsyra, läs: genom indunstning på vattenbad och återstodens behandling med fenolsvavelsyra.

Sid. 373. Rad. 10 nedifrån står: från icke nitrificerande råhumus och torv, läs: från under normala förhållanden icke nitrificerande råhumus och torv.

Sid. 387. Rad 5 nedifrån står: *Anemone nemorosa* förekommer dock ofta på marker, läs: *A. n.* förekommer sålunda ofta på marker.

Sid. 395. Rad 5 står: genom oorganiska kväveföreningar, läs: genom organiska kväveföreningar.

Tillägg.

Alla nitrat- och kvävebestämningar äro beräknade på vid 100° torkat prov.

Studien über die Nitratbildung in natürlichen Böden und ihre Bedeutung in pflanzenökologischer Hinsicht.

VON HENRIK HESSELMAN.

Resümee.

(Schwedischer Text. S. 297—527.)

Während die Bedingungen der Nitratbildung in kultivierten Böden sehr fleissig und genau studiert worden sind, sind die Untersuchungen über diesen Prozess in natürlichen Böden sehr wenig umfangreich. Vor mehreren Jahren begann die Naturwissenschaftliche Abteilung unserer forstlichen Versuchsanstalt Studien hierüber anzustellen. Es zeigte sich bald, dass die Nitrifikation in natürlichen Böden eine sehr wichtige Rolle spielen muss, und dass unsere Waldbaumethoden, besonders unsere Waldverjüngungsmethoden, einen grossen Einfluss auf diesen Prozess ausüben. Um einen tieferen Einblick in die Faktoren, die die Nitrifikation bedingen, zu gewinnen, wurden dann diese Untersuchungen auf die Mehrzahl der schwedischen Pflanzenformationen ausgedehnt. Diese Studien werden weiter ergänzt durch eine Untersuchung über die an Verjüngungsflächen der Nadelwälder eintretende Nitrifikation und ihre Bedeutung für die Verjüngung. Eine Abhandlung hierüber wird in diesen Heften unserer Mitteilungen veröffentlicht.

Der Verfasser gibt im Anfang einen kurzen Bericht über die neuen, besonders amerikanischen Untersuchungen (SCHREINER und Mitarbeiter) über die Chemie des Humus und erinnert an die grosse Bedeutung, die diese Untersuchungen für die Physiologie der humusbewohnenden höheren und niederen Pflanzen haben. In Bezug auf die Stickstoffversorgung ist es von nicht geringer Bedeutung, dass diese Untersuchungen das Vorhandensein von mehreren, genau bekannten organischen Stickstoffverbindungen nachgewiesen haben, die wahrscheinlich, wenigstens einige, von den höheren Pflanzen aufgenommen und verwertet werden können. Wenn auch die Pflanzen hierdurch einen Teil ihres Stickstoffbedarfs decken können, so spielt doch das Vorkommen von solchen leicht aufnehmbaren und assimilierbaren Stickstoffverbindungen wie Ammoniak und Salpetersäure immer eine sehr grosse und wichtige Rolle für die Vegetation.

Das Stickstoffproblem der natürlichen Böden zerfällt in zwei Kapitel, nämlich erstens die Prozesse, die den Stickstoffgehalt der Böden bedingen, zweitens die Prozesse, die die komplizierteren organischen Stickstoffverbindungen in einfachere, leicht assimilierbare anorganische Verbindungen überführen. In Bezug auf den totalen Stickstoffgehalt der natürlichen Böden wird an die grosse Bedeutung erinnert, die solche Organismen spielen, die den Luftstickstoff assimilieren und in dieser Weise den Stickstoffvorrat der Böden vermehren. Unter diesen stickstoffassimilierenden Organismen findet man sowohl Bakterien als niedere Pilze. Über die Bedingungen des Auftretens solcher Organismen

in natürlichen Böden weiss man bisher recht wenig, und es wäre ohne Zweifel eine sehr interessante und lohnende Aufgabe, die natürlichen Böden in dieser Hinsicht näher zu studieren. So wichtig solche Untersuchungen auch sind, so haben doch jedenfalls solche Prozesse, die den organischen Stickstoff in leicht assimilierbare überführen, eine sehr grosse Bedeutung, denn das Vermögen der Pflanzen, den Stickstoff des Bodens auszunützen, hängt von solchen Prozessen sehr intim ab. Die wissenschaftlichen Methoden, solche Prozesse in Böden zu studieren, sind auch verhältnismässig gut ausgebildet. Da aber die angewandten Methoden eine Rolle für die Beurteilung der Resultate spielen, wird zuerst über jene berichtet.

KAP. I. Methoden zur Untersuchung der Nitrifikation in natürlichen Böden.

Wahl der Untersuchungsobjekte.

Bei der Auswahl der Untersuchungsobjekte wurde in erster Linie die Beschaffenheit und Zusammensetzung der Pflanzendecke des Bodens berücksichtigt. Hierdurch hat diese Abhandlung mehr als die meisten anderen Untersuchungen, die die Nitrifikation behandeln, ein pflanzenökologisches Gepräge erhalten, was jedoch in vielen Hinsichten von Vorteil sein dürfte. Meine Untersuchungen haben daher im allgemeinen mit einer Aufzeichnung der Vegetation einer Lokalität begonnen, dann ist der Boden und besonders das Bodenprofil untersucht worden. Beim Nehmen der Bodenproben habe ich nicht erstrebt, Generalproben zu erhalten, sondern in erster Linie solche Proben, die für die betreffende Pflanzenformation charakteristisch sind.

Die Nitrifikation ist nach drei Linien untersucht worden, nämlich

- 1) ist das Vermögen der Bodenproben, eine zur Nitrifikation geeignete Ammoniumsulfatlösung zu nitrifizieren, untersucht worden;
- 2) ist die Nitrifikation in Bodenproben, die in Erlenmeyerkolben aufwahrt worden sind, näher bestimmt worden;
- 3) ist der Salpetergehalt der Pflanzen studiert worden.

Nitrifikation in Lösungen.

Die Bodenproben, die für diesen Zweck Verwendung gefunden haben, sind mit aller Sorgfalt entnommen worden. Glasflaschen oder Proberöhren, die für das Einsammeln und Verwahren der Bodenproben gebraucht worden sind, wurden vor der Anwendung sorgfältig sterilisiert, desgleichen die Messer, kleinen Spatel usw. Zwei verschiedene Lösungen wurden gebraucht, nämlich teils WINOGRADSKYS, teils BUHLERT-FICKENDEYS (siehe näher S. 319). Für die Neutralisation wurde kohlensaure Magnesia angewandt.

Da die Nitrifikationsbakterien sich in Lösungen oft anders verhalten als im Boden, sind besonders die negativen Resultate unsicher (siehe z. B. STEVENS and WITHERS 1909). Die Untersuchungen über Nitrifikation in Lösung müssen daher durch andere Untersuchungen ergänzt werden. In Zusammenhang mit den Studien über das Vorkommen von Nitrifikationsorganismen wurde auch das Auftreten von Denitrifikanten untersucht. Für diesen Zweck wurde GILTAYS Lösung gebraucht (siehe näher S. 321).

Direkte Untersuchung der Nitrifikation in Böden.

Es nützt nicht viel, den zufälligen Salpetergehalt eines Bodens zu bestimmen. Dieser Gehalt wechselt so sehr je nach den äusseren Bedingungen, wie Temperatur, Feuchtigkeit usw., auch die Nitrataufnahme der Pflanzen spielt eine grosse Rolle. Um die aus diesen Ursachen herrührenden Fehlerquellen zu vermeiden, habe ich die Nitrifikation in Bodenproben, die in grossen Erlenmeyerkolben aufbewahrt worden sind, näher untersucht. Für diesen Zweck wurden nur ganz frische, nicht getrocknete Bodenproben benutzt. Sie wurden durch ein Sieb von 2 mm Lochweite gesiebt und von Wurzeln, unvermoderten Blattresten und dergleichen befreit. Sie wurden dann mit destilliertem Wasser angefeuchtet, 100—200 g (nach Trockengewicht berechnet) wurden abgewogen und auf dem Boden eines ein Liter grossen Erlenmeyerkolbens ausgebreitet. Die Kolben standen dann in einem Schrank bei Zimmertemperatur mehrere Wochen lang. Der Nitratgehalt wurde zu Beginn und zu Ende des Versuches bestimmt. Für die Nitratbestimmung wurde die von GRANDVAL und LAJOUX erfundene und von WEIBULL in Schweden eingeführte kolorimetrische Methode angewandt. Durch Eindampfen und Behandeln mit Phenolschwefelsäure wird die Salpetersäure in Pikrinsäure übergeführt, mit Ammoniak neutralisiert und dann der Pikratgehalt kolorimetrisch bestimmt.

Bestimmung des Nitratgehalts der Pflanzen.

Viele Pflanzen häufen in ihren Geweben die aus dem Boden aufgenommenen Mineralstoffe an. Auch die Nitrates werden von vielen Pflanzen aufgespeichert. Da die Pflanzen Nitrates nicht selbst herstellen können, muss eine nitrathaltige Pflanze die Salpetersäure aus dem Boden aufgenommen haben. Durch eine Untersuchung des Nitratgehalts der Pflanzen kann man also in gewissem Grade die Nitrifikation im Boden beurteilen. Negative Resultate sind von geringerer Verwendbarkeit, da viele Pflanzen nicht mehr Salpetersäure aufnehmen, als sie sogleich verbrauchen; die gewöhnliche Nitratreaktion mit Diphenylamin und konz. Schwefelsäure wird auch durch Lignin verhindert. Positive Reaktionen kann man dagegen immer anwenden. Die Untersuchungen wurden so ausgeführt, dass nicht zu dünne Schnitte in einige Tropfen Diphenylamin + konz. Schwefelsäure gelegt wurden. Zeigten sich kleine blaue Ränder um den Schnitt herum, so wurde die Reaktion als schwach bezeichnet, entwickelten sich blaue Wolken, so wurde sie als deutlich bezeichnet, wurde endlich der Reagenztropfen tiefblau gefärbt, so wurde die Reaktion als kräftig bezeichnet. In dieser Weise wurde eine freilich nicht genaue, aber doch anwendbare quantitative Schätzung des Nitratgehalts gemacht. Die drei verschiedenen Methoden, die Nitrifikation zu studieren, ergänzen einander und können zusammen ein ganz gutes Bild von der Salpeterbildung in natürlichen Böden geben.

KAP. II. Die Nitrifikation in verschiedenen Pflanzenformationen.

Buchenwälder.

In den Buchenwäldern des südlichsten Schwedens, die gewöhnlich einen ausgeprägten Mullboden besitzen, findet stets eine Nitrifikation statt. Im Frühling

enthalten die für solche Buchenwälder charakteristischen Pflanzen nicht wenig Salpetersäure. In den Buchenwäldern Schonens (Röstänga, Skärälid) fand ich einen gar nicht unbedeutenden Nitratgehalt bei *Rubus idaeus*, *Viola silvestris* und *V. riviniana*, *Stellaria nemorum** *glochidosperma*, *St. holostea*, *Asperula odorata*, *Oxalis acetosella*, *Arenaria trinervia*, *Lactuca muralis*, *Dentaria bulbifera*, *Corydalis intermedia* u. a. Nitrifikations- und Denitrifikationsbakterien sind allgemein verbreitet. Bodenproben bilden beim Lagern in Erlenmeyerkolben bedeutende Mengen Nitratstickstoff. (Detaillierte Beschreibung S. 425, Tab. 1 Nr. 1, 2, 6, Tab. 2 Nr. 3, 4, 5, Tab. 3 Nr. 14, 15, Tab. 6 Nr. 8, 9, 10, 23, Tab. 7 Nr. 4, 6.)

Mischwälder aus edlen Laubbäumen.

(Fig. 2—5.)

Die meisten edlen Laubbäume mit Ausnahme der Buche bilden gewöhnlich Mischbestände, nur die Eiche bildet grössere, reinere Bestände. Die trockenen Baumblätter, die abgestorbenen Kräuter und Gräser werden von Würmern und Insekten zerteilt und gefressen und bringen dadurch einen mullartigen Boden hervor. In diesem Boden findet eine lebhaftere Nitrifikation statt, die Gräser und Kräuter, besonders die im Frühling blühenden, schattenliebenden Hainpflanzen speichern oft sehr reichlich Nitrate in ihren Geweben auf. Zu den Pflanzen, die ziemlich regelmässig Nitrat anhäufen, gehören *Geum rivale*, *G. urbanum*, *Viola riviniana* und *V. silvestris*, *Stachys silvatica*, *Mercurialis perennis*, *Urtica dioica*, *Rubus idaeus*, *Corydalis*-Arten, *Adoxa Moschatellina*, *Pulmonaria officinalis* u. a.

Der Nitratgehalt der Pflanzen ist oft grösser als in den Buchenwäldern und im allgemeinen am grössten an schattigen und ein wenig feuchten Standorten. Nitrifikations- und Denitrifikationsorganismen sind allgemein verbreitet, beim Lagern in Erlenmeyerkolben können die Bodenproben bedeutende Mengen Nitratstickstoff bilden. (Detaillierte Beschreibung S. 427—433; Tab. 2 Nr. 1, 2, Tab. 3 Nr. 16, Tab. 6 Nr. 24, Tab. 7 Nr. 7, 8, 9, 43, 44, 45, 48.)

Laubwiesen.

(Fig. 6—10.)

Unter dem Namen Laubwiesen (lövängar) versteht man in der schwedischen pflanzengeographischen Litteratur eine Serie Pflanzenformationen, die in Süd- und Mittelschweden die Elemente der Eichenflora enthalten, aber offener sind als die geschlossenen Eichenwälder. In ihren typischsten Formen zeichnen sie sich durch kleine Baumgruppen aus, zwischen welchen eine wiesenartige, sehr artenreiche Vegetation sich ausbreitet. Im südlichen und mittleren Teile Schwedens treten die edlen Laubbäume in den Laubwiesen auf, im nördlichen Schweden findet man in laubwiesartigen Pflanzenformationen nur Birke, Espe, Erle, Salweide usw. Trotz der Artenverschiedenheit ist die physiognomische Ähnlichkeit zwischen den südlichen und nördlichen Laubwiesen ganz auffallend.

In den Laubwiesen hat der Boden im allgemeinen Mulldcharakter, Nitrifikationsorganismen sind allgemein verbreitet. Beim Lagern in Erlenmeyerkolben bilden die Bodenproben Nitratstickstoff, jedoch in geringerer Menge als die Proben aus Buchenwäldern und den mehr geschlossenen Beständen aus edlen Laubbäumen. Nur ausnahmsweise findet man bei den Pflanzen der Laub-

wiese eine Aufspeicherung von Nitraten, *Rubus idaeus* scheint jedoch immer nitrathaltig zu sein. (Detaillierte Beschreibung S. 433—442. Tab. 3 Nr. 17, Tab. 5 Nr. 41, Tab. 7 Nr. 14, 15, 16, 47, 58, 60.).

Haintälchen.

(Fig. 11—12.)

Unter dem Namen Haintälchen versteht die schwedische pflanzengeographische Litteratur eine Art von Pflanzenformationen, die man in kleinen Tälchen um Bäche, kleine Flüsse usw. antrifft. Die Formation ist besonders von GREVILLIUS (1894) geschildert worden. In Südschweden treten mehrere edle Laubbäume auf, in Nordschweden kommen hauptsächlich Birken und Erlen vor, doch trifft man hier und da die edlen Laubbäume als Relikten an. Unter dem Laubdache der Bäume gedeiht eine reiche und gewöhnlich sehr üppige Vegetation aus Sträuchern, hochgewachsenen Stauden, Farnen usw. (siehe auch Fig. 11, 12 und 30). In Nordschweden bilden die Haintälchen oft kleine, schmale Randformationen um die Bäche herum, auf beiden Seiten von der monotonen Nadelwaldvegetation begrenzt, in welcher sie durch ihr lebhafteres Grün eine angenehme Unterbrechung ausmachen.

Die Haintälchen sind ausgeprägt nitratophile Pflanzenformationen. Die meisten Pflanzenarten speichern soviel Nitrat auf, dass sie mit Diphenylamin und konz. Schwefelsäure eine sehr kräftige Reaktion geben. Besonders ist dies der Fall bei den Individuen, die am Rande des Baches wachsen, wo also der Boden von frischem, sauerstoffhaltigem Wasser umspült wird. Unter den für die Haintälchen charakteristischen Pflanzen trifft man viele ausgeprägt nitratophile Arten an, wie *Chrysosplenium alternifolium*, andere Arten, die sich sonst gewöhnlich nitratfrei zeigen, sind in den Haintälchen stark nitrathaltig, wie *Ranunculus repens*, *R. acris*, *R. ficaria*, *Prunella vulgaris*, *Fragaria vesca* u. a. Überhaupt scheint das schnell bewegliche, luftsauerstoffhaltige Wasser den Nitratgehalt der Pflanzen zu fördern. An solchen Lokalitäten wachsende Pflanzen sind oft nitrathaltig, wie *Cardamine amara*, *Mentha*-Arten, *Sium angustifolium* u. a.

Nitrifikations- und Denitrifikationsorganismen scheinen allgemein verbreitet zu sein, Bodenproben bilden beim Lagern in Erlenmeyerkolben bedeutende Mengen Nitratstickstoff. (Siehe im übrigen detaillierte Beschreibungen S. 442—455 und Tab. 6 Nr. 17, 19, Tab. 7 Nr. 5.)

Erlenwälder.

An den Seestränden und an den Küsten der Ostsee bildet *Alnus glutinosa* eine Art von Randformationen. In Nordschweden wird an ähnlichen Lokalitäten *Alnus glutinosa* durch *Alnus incana* ersetzt. Die Bodenvegetation ist oft sehr reich und zeichnet sich durch eine Menge Kräuter und Gräser aus, unter ihnen *Melandrium silvestre*, *Anthriscus silvestris*, *Urtica dioica* u. a. Der Nitratgehalt der Pflanzen ist gewöhnlich recht bedeutend, die meisten Arten geben mit Diphenylamin und konz. Schwefelsäure eine sehr kräftige Reaktion. In Bezug auf den Nitratgehalt der Pflanzen gehören die kräuterreichen Erlenwälder zu den ausgeprägtest nitratophilen Pflanzenformationen Schwedens. Die Mehrzahl der Pflanzen der Bodendecke haben einen hohen Nitratgehalt. Nitrifikationsorganismen scheinen allgemein verbreitet zu sein, die Bodenproben bilden beim Lagern in Erlenmeyerkolben bedeutende Mengen Nitratstickstoff. (Siehe im übrigen detaillierte Beschreibungen S. 455—459, Tab. 5 Nr. 38, Tab. 6 Nr. 1, Tab. 7 Nr. 2, 13, 42).

Kräuterreiche Fichtenwälder.

(Fig. 13—14.)

An gewissen Lokalitäten und besonders auf dem kalkreicheren Boden zeichnen sich die Fichtenwälder durch eine reichere und üppigere Bodenvegetation aus. Anstatt der mehr monotonen Bodendecke aus Moosen und Beerensträuchern findet man eine mehr oder minder üppige Vegetation aus Kräutern und Gräsern. Der Boden ist gewöhnlich ein mehr oder minder ausgeprägter Mullboden.

In den Pflanzen findet man nur selten einen Gehalt an Nitraten, sogar sehr ausgeprägt nitratophile Arten, wie *Rubus idaeus*, können in diesen Fichtenwäldern nitratfrei sein. Nitrifikationsorganismen kommen jedoch allgemein vor, und die Bodenproben können beim Lagern in Erlenmeyerkolben nicht unbedeutende Mengen Nitratstickstoff bilden. (Siehe im übrigen detaillierte Beschreibungen S. 460—466, Tab. 1 Nr. 4, 5, 9, 13, Tab. 2 Nr. 8, Tab. 3 Nr. 26, Tab. 4 Nr. 33, Tab. 7 Nr. 38, 46, 56, 61.)

Kräuterreiche Kiefernwälder.

(Fig. 15 und 16.)

Auf kalkhaltigem Boden, besonders auf Gotland, findet sich ein Kiefernwaldtypus, ausgezeichnet durch einen grossen Reichtum an Gräsern und Kräutern. Der Boden ist ausgeprägt mullartig. Bodenproben nitrifizieren kräftig WINOGRADSKYS Lösung, im übrigen sind keine Untersuchungen ausgeführt worden. (Siehe im übrigen detaillierte Beschreibung S. 466 und Tab. 3 Nr. 19, 20.)

Moosreiche Nadelwälder.

(Fig. 17, 18 und 19.)

Die meisten Nadelwälder haben eine artenärmere und einförmigere Bodenvegetation als die kräuterreichen Fichten- und Kiefernwälder. In den moosreichen Nadelwäldern besteht die Bodendecke hauptsächlich aus Moosen, wie *Hylocomium proliferum*, *H. parietinum*, *Hylocomium cista castrensis*, *Dicranum*- und *Polytrichum*-Arten, die einen Teppich über den Boden bilden. Charakteristisch für solche Wälder sind Zwergsträucher oder Reiser, wie *Myrtillus nigra*, *Vaccinium vitis idaea*, *Empetrum nigrum* u. a. Kräuter und Gräser spielen eine mehr untergeordnete Rolle. Die Humusdecke hat im allgemeinen Rohhumuscharakter und liegt in der Regel wie eine Decke auf dem Boden (Auflagehumus). Wenn die Reiser eine grössere Rolle spielen, ist die Humusdecke mehr torfartig und faserig, als wenn sie aus Moosen und dem Nadelabfall der Bäume gebildet wird. Unter der Humusdecke ist der Boden als eine deutliche Bleicherde von wechselnder Mächtigkeit ausgebildet, die oft scharf von der Rosterde getrennt ist. Die Rosterde hat mehr ausnahmsweise Ortsteincharakter; sie ist im allgemeinen für die Baumwurzeln leicht durchdringlich. Die Humusdecke reagiert ausgesprochen sauer, Bodenproben nitrifizieren nie WINOGRADSKYS oder BUHLERT-FICKENDEYS Lösungen. Denitrifikanten scheinen nicht oder nur selten vorzukommen. Beim Lagern bilden die Bodenproben nur äusserst kleine Mengen Nitratstickstoff, oft liegen die gebildeten Mengen innerhalb der Fehlergrenzen der Methode. Die Bäume in den

moosreichen Nadelwäldern müssen also ihren Stickstoffbedarf durch Aufnehmen entweder von Ammoniak oder von organischen Stickstoffverbindungen decken. Der Humusstickstoff in den moosreichen Nadelwäldern ist jedoch nitrifizierbar, durch einen grösseren Lichtzutritt, durch Mischen des Humus mit dem Mineralboden kann eine Nitrifikation hervorgerufen werden. Die Faktoren, die eine solche Umwandlung in den Umsetzungen der Stickstoffverbindungen des Humus hervorrufen, haben jedoch einen engen Zusammenhang mit unseren Waldverjüngungsmethoden, weshalb sie in einer besonderen Abhandlung näher behandelt werden sollen. (Siehe im übrigen detaillierte Beschreibungen S. 467—473 und Tab. 1 Nr. 7, 10, 14, 18, 21, 22, 25—30, 32—34, Tab. 2 Nr. 6, 12, Tab. 3 Nr. 28—31, Tab. 4 Nr. 34, Tab. 5 Nr. 39, 40, Tab. 6, Nr. 2, 4—7, 13—16, Tab. 7, Nr. 3, 17, 23—25, 27—29, 31.)

Kiefernheiden.

Kiefernheiden, die sich durch eine Bodendecke aus Flechten und Heidekraut auszeichnen, werden in einer besonderen Abhandlung eingehender behandelt. Hier wird nur erwähnt, dass Bodenproben nie WINOGRADSKYS Lösung nitrifizieren (Tab. 2 Nr. 9, 11.)

Torfböden.

(Fig. 20.)

In den Torfböden sind die Bedingungen für Nitrifikation ungünstig, da das Wasser, wenn es stillstehend ist, bald sauerstofffrei wird. Wo aber das Wasser sich in rascherer Bewegung befindet, ist der Sauerstoffgehalt oft recht bedeutend, an solchen Stellen kann man auch oft eine Nitrifikation wahrnehmen. In der Nähe der Quellen gedeiht eine Vegetation von ganz anderem Charakter als die der Umgebung. Um die Quellen und ihre Abflüsse herum, die in den Mooren emporquellen, findet man eine ganz charakteristische Flora aus *Epilobium*-Arten, wie *E. hornemanni*, *alsinefolium*, *E. palustris*, *Stellaria*-Arten u. a. In diesen Kräutern findet man oft einen ganz bedeutenden Nitratgehalt, wenn sie bei den Quellen oder ihren Abflüssen vorkommen. In solchen Niederungsmooren, wo sich das Wasser rascher bewegt, findet man auch Nitrat in den Pflanzen, wie z. B. in *Cirsium palustre*, *Viola palustris*, *Spiraea ulmaria*, *Geum rivale*. Wenn die Niederungsmoore durch Drainierung trockengelegt werden, tritt oft eine lebhafte Nitrifikation ein, Pflanzen wie *Geum rivale* und *Viola palustris* sind dann oft stark nitrathaltig. Die Vegetation, die sich an den Grabenrändern oder auf dem aus den Gräben herausgeworfenen Torf ansiedelt, sind gewöhnlich stark nitrathaltig, vor allem gilt dies für junge Pflanzen von *Epilobium angustifolium*. Auch in anderen Teilen der trockengelegten Moore kann man oft eine Nitratbildung konstatieren. Meine Beobachtungen über die Nitrifikation in Torfböden sind noch mehr sporadisch, ich hoffe sie durch neue Untersuchungen erweitern zu können. In von Kultur ganz unberührten Torfböden kann also eine Nitrifikation stattfinden, wenn das Wasser sich in lebhafter Bewegung befindet. Nitrathaltige Pflanzen trifft man also z. B. bei den Quellen und ihren Abflüssen an. Eine Trockenlegung kann oft eine lebhafte Nitrifikation hervorrufen. Bodenproben aus Niederungsmooren können, wenn auch nicht immer und nur langsam, WINOGRADSKYS Lösung nitrifizieren. Beim Lagern bilden sie oft ganz bedeutende Mengen Nitrat. (Siehe im übrigen detaillierte Beschreibungen S. 473—480, Tab. 6 Nr. 18, 20—22, Tab. 7 Nr. 10—12, 30, 32—35, 62.)

Die Vegetation in den Hochgebirgen

(Fig. 21—24.)

Das stark bewegte Wasser ruft auch in den Hochgebirgen eine Vegetation von derselben Art wie in niedrigen Gegenden hervor. Breitblättrige Kräuter und Gräser werden dominierend. Am Rande der kleinen Bäche finden sich solche Pflanzen wie *Saxifraga stellaris*, *Alchemilla*-Formen, *Viola biflora* u. a. Sie sind gewöhnlich stark nitrathaltig, besonders ist dies der Fall bei *Saxifraga stellaris*, die eine stark nitratophile Pflanze zu sein scheint. Sie häuft in den Blattrosetten ganz bedeutende Nitratmengen an. Aber auch in der Nähe der schmelzenden Schneewehen findet man eine stark nitrataufspeichernde Vegetation. In den Hochgebirgen bei Finse in Hardanger, Norwegen, fand ich z. B. Mitte Juli des Sommers 1916 einen hohen Nitratgehalt bei solchen Pflanzen wie *Arabis alpina* β *glabrata*, *Catabrosa algida*, *Carex rigida*, *Poa alpina*, *Phleum alpinum*, *Cerastium trigynum*, *Saxifraga stellaris*, *S. rivularis*. Auch wenn das Wasser so gut wie direkt von einer schmelzenden Schneewehe kam, war der Nitratgehalt bei den Pflanzen ganz bedeutend. Auch in den Hochgebirgen, in der Nähe des ewigen Schnees, hat also das bewegte Wasser dieselbe Bedeutung für den Nitratgehalt der Pflanzen wie in niederen Gegenden. (Siehe detaillierte Beschreibung S. 483—485 und Tab. 7, Nr. 57, 59.)

Felsenformationen.

(Fig. 25.)

Unterhalb der höchsten marinen Grenze trifft man eine Art für unser Land charakteristischer Standorte an, nämlich die von den Wellen und Brandungen reingspülten Urgebirgsfelsen. In den kleinen Rissen und Spalten findet man eine Vegetation, welche, wo sie artenreicher ist, sich hauptsächlich aus Frühlingspflanzen zusammensetzt. Wo die Umgebungen aus Laubwald bestehen, findet man auf den Felsen eine Bodendecke aus Moosen und eine mehr kräuterreiche Vegetation; wo sie aus Nadelwald besteht, findet man graue Flechten, hauptsächlich *Cladina*-Arten. In den Pflanzenassoziationen der Felsen scheint der Stickstoffbedarf sehr oft in Form von Nitraten gedeckt zu werden, auf den von Laubbäumen beschatteten Felsen ist der Nitratgehalt der Pflanzen oft ganz bedeutend. In den von *Cladina rangiferina* bedeckten Felsenrissen trifft man oft *Rubus idaeus* an, immer nitratreich. (Siehe detaillierte Beschreibung S. 480—483 und Tab. 7, Nr. 18—20.)

Kolonieähnliche Vegetation auf blossgelegtem Mineralboden.

(Fig. 26 und 27.)

In den Kiesgruben kann man die Vegetation auf blossgelegtem Mineralboden mit Vorteil studieren. Zu den charakteristischen Pflanzen gehören *Epilobium angustifolium*, *Senecio silvaticus* und *S. viscosus*, *Galeopsis bifida*, *Rubus idaeus* u. a. Diese Pflanzen haben an solchen Lokalitäten einen hohen Nitratgehalt, besonders ist dies der Fall bei jungen Pflanzen oder jüngeren Sprossen. Eine gleichartige Vegetation findet man an Wegrändern, an neu angelegten Eisenbahndämmen usw. Eine charakteristische Pflanze für solche Standorte ist so gut wie immer *Epilobium angustifolium*, auch *Rubus idaeus* ist an solchen Stellen sehr gewöhnlich. Bei jüngeren Individuen findet man

immer Salpeter, bei älteren oft. Gewöhnlich stammt der Stickstoff von Rohhumus, Torf usw. her, die unter normalen Bedingungen nicht nitrifizieren, aber an solchen Plätzen durch Vermengung mit dem Kiese in nitrifizierbaren Zustand übergeführt werden. Aber auch an solchen Plätzen, wo man keine Humusbeimischung wahrnehmen kann, findet man dieselbe nitratophile Flora. In diesem Falle stammt der Ammoniakstickstoff, der nitrifiziert wird, wahrscheinlich aus der Luft. Wenn die Vegetation reicher entwickelt worden ist, so dass der Boden einen Überzug aus Algen und Moosprotonema erhalten hat, kann man an eine Stickstoffassimilation von Bakterien denken. (Siehe detaillierte Beschreibung S. 485—487, Tab. 1 Nr. 31, Tab. 6 Nr. 12 und Tab. 7 Nr. 26, 36, 37.)

Meeresstrandvegetation.

Die Pflanzen, die auf dem modernden Seetang wachsen, sind oft nitrat-reich, wie z. B. *Atriplex*-Arten, *Halianthus peploides* und andere Strandpflanzen. In den seichten Busen der Schären in der Ostsee findet man auf den ganz kleinen Tangwällen mehrere Pflanzen, die man auch an anderen Standorten antreffen kann, wie z. B. *Ranunculus acris*, *R. auricomus* u. a. Sie sind an solchen Stellen reich an Nitrat, was sie nur ausnahmsweise sind, wenn sie an ihren gewöhnlichen Standorten auftreten. (Siehe detaillierte Beschreibungen S. 488—489.)

Kulturformationen.

In Bezug auf die kultivierten Böden sind meine Beobachtungen sehr spärlich. Es verdient jedoch hervorgehoben zu werden, dass ältere, mehr entwickelte Unkrautpflanzen sich ganz nitratfrei zeigen können, auch wenn sie nitratophil sind und auf recht gut gedüngtem Boden wachsen. (Siehe detaillierte Beschreibung S. 489—490 und Tab. 1 Nr. 8, 19, 20, 23, Tab. 4 Nr. 35—37, Tab. 6 Nr. 11, Tab. 7, Nr. 1, 21, 22.)

KAP. III. Die Pflanzenformationen und die Nitrifikation im Boden.

Bezüglich der Nitrifikation im Boden zeigen die ungleichen Pflanzenformationen oder -assoziationen eine grosse innere Übereinstimmung. Die Hain-tälchen z. B. verhalten sich in derselben Weise im ganzen Lande, sowohl in Schonen als in Norrland ist der Nitratgehalt der Pflanzen recht bedeutend. Eine ähnliche Übereinstimmung findet man bei den von den edlen Laub-bäumen gebildeten Beständen, zwischen den untersuchten Beständen in der Nähe von Stockholm und denen in Schonen ist der Unterschied nicht gross. Auch die Erlenwälder zeigen dasselbe, sowohl in Nord- als in Südschweden ist der Nitratgehalt der Gräser und Kräuter bedeutend. Eine gleich grosse Übereinstimmung, aber ein entgegengesetztes Ergebnis zeigen die moos- und flechtenreichen Nadelwälder. Die Bodenproben nitrifizieren nie WINOGRADSKYS Lösung, in der Regel fehlen auch die Denitrifikanten. In Bezug auf die Deckung des Stickstoffbedarfs zeigen also die verschiedenen Pflanzenformationen eine grosse Übereinstimmung in ihrer Verbreitung durch ganz Schweden. In den Pflanzenformationen, in deren Boden eine Nitrifikation stattfindet, herrschen autotrophe Pflanzenformen vor, in den anderen mycotrophe. Die

Art, in welcher die Pflanzen ihren Stickstoffbedarf decken können, hat daher ohne Zweifel eine sehr grosse, pflanzenökologische Bedeutung. Da die Umsetzung des Humusstickstoffs durch die bodenbildenden Faktoren, nämlich das Klima, die Topographie des Bodens und dessen geologische Beschaffenheit, bestimmt wird, kann man durch ein Studium dieser Faktoren einen tieferen Einblick in die Verteilung der Pflanzenformationen gewinnen.

Unter den anorganischen Stickstoffverbindungen spielen Ammoniak und Nitrat die wichtigste Rolle für die Pflanzen. Im allgemeinen wird das Nitrat als die geeignetste Stickstoffverbindung für die meisten Pflanzen angesehen. Die Nitrats sind jedoch physiologisch basisch, die Ammoniumverbindungen, wie Ammoniumsulfat, physiologisch sauer. Da gewisse Pflanzen einen sauren Boden vorziehen und nicht gern einen alkalischen ertragen, werden solche Pflanzen oft als Ammoniakpflanzen betrachtet. Da der Waldboden oft sauer reagiert, werden die Waldpflanzen gewöhnlich als Ammoniakpflanzen angesehen. Die Sache kommt jedoch in eine ganz andere Lage, nachdem es sich gezeigt hat, dass auch in sauren Böden eine lebhaft Nitrifikation vor sich gehen kann. Als ausgeprägt oder sogar stark sauer reagierend, aber trotzdem sehr lebhaft nitrifizierend können z. B. die Böden der krautreichen Erlenwälder genannt werden; die meisten Pflanzen der Erlenwälder sind sehr reich an aufgespeicherten Nitraten. Ein ähnliches Beispiel bieten mehrere Niederungsmoore dar. In solchen Böden können also die Pflanzen ihren Stickstoffbedarf durch Aufnahme von Nitraten decken, ohne eine alkalische oder sogar neutrale Reaktion hervorzurufen. Die Frage nach der Rolle des Nitrats für die natürliche Vegetation muss daher einer erneuten Diskussion unterzogen werden. Die Untersuchungen über den Nitratgehalt bilden hierfür einen geeigneten Ausgangspunkt.

Zunächst dürfte hervorzuheben sein, dass die Pflanzen in natürlichen Pflanzenformationen einen ganz bedeutenden Nitratgehalt aufweisen können. Die scharfe blaue Farbe, die Pflanzen wie *Urtica dioica*, *Anthriscus silvestris*, *Geum rivale* und *G. urbanum* mit Diphenylamin und Schwefelsäure ergeben, wenn sie in einem Erlenwald eingesammelt werden, unterscheidet sich nicht oder nur sehr wenig von der blauen Farbe, die ausgeprägte Nitratpflanzen, wie *Chenopodium album*, *Urtica urens* und *Stellaria media*, mit demselben Reagens geben, wenn sie auf gedüngter Gartenerde eingesammelt werden.

Die in natürlichen Böden wachsenden nitratophilen Pflanzen scheinen eine sehr grosse Fähigkeit zu haben, den Nitratstickstoff aufzunehmen. Als ein lehrreiches Beispiel hierfür können die Verhältnisse in einem näher untersuchten Eschenhain auf der Insel Skabbholmen in den Stockholmer Schären genannt werden. Eine grosse Reihe der untersuchten Arten zeigten bei Prüfung mit Diphenylamin und konz. Schwefelsäure einen höchst bedeutenden Nitratgehalt. Unter den nitrathaltigen war auch *Polygonatum multiflorum*, das als eine Pflanze mit saccharophilen Blättern nicht besonders geeignet ist, Nitrats aufzuspeichern (siehe STAHL 1900). Der Nitratgehalt des Bodens war jedoch zu der Zeit, als die Pflanzen untersucht wurden, nicht höher als 1,4 mg Nitratstickstoff pro kg getrockneten Bodens. In einer Bodenprobe aus einer Kiesgrube, entnommen auf einem Platz, wo die Pflanzen sehr nitratreich waren, war der Nitratgehalt nicht höher als 1,1 mg Nitratstickstoff pro kg getrockneten Bodens. Solche Bodenproben können jedoch beim Lagern bedeutende Mengen Nitrat bilden. Der gewöhnlich niedrige Nitratgehalt, den

man bei unmittelbarer Untersuchung der Bodenproben findet, ist also mehr eine Folge der sehr raschen Aufnahme der gebildeten Nitrate als einer unterdrückten Nitrifikation. In Ackerböden, die mit stark stickstoffhaltigen Düngemitteln oder sogar mit Nitraten gedüngt werden, kann leichter ein Überschuss an Nitraten eintreten. In solchen Böden findet auch eine nicht unbedeutende Auswaschung von Nitraten statt, während dies in Naturböden sehr selten vorkommen dürfte.

Gewisse Pflanzenformationen zeichnen sich durch einen ziemlich konstanten, hohen Nitratgehalt der Gewächse aus. Hierher gehören in erster Linie die mehr geschlossenen Partien der von den edlen Laubbäumen gebildeten Bestände, insbesondere wenn sie auf einem mehr feuchten und mullreichen Boden vorkommen. Unsere gewöhnlichen Hainpflanzen, von denen mehrere im Frühling blühen und ihre eigentliche Assimilationsarbeit verrichten, sind oft ausgeprägt nitratophil, wie *Pulmonaria officinalis*, *Adoxa moschatellina*, *Stachys silvatica*, *Geum rivale* und *urbanum*, *Anthriscus silvestris*, *Arenaria trinervia*, *Stellaria holostea* und *nemorum*, *Mercurialis perennis*, *Corydalis intermedia* und *cava*, *Urtica dioica*, *Melandrium silvestre*, *Lysimachia nemorum*, *Viola silvestris*. Junge, kräftige Individuen geben in der Regel eine starke Nitratreaktion mit Diphenylamin und konz. Schwefelsäure. Diese Pflanzen kommen gewöhnlich nur an solchen Stellen vor, wo eine Nitrifikation im Boden stattfindet. Andere Hainpflanzen, wie die drei *Anemone*-Arten, *A. nemorosa*, *A. ranunculoides* und *A. hepatica*, geben nur ausnahmsweise Nitratreaktion, bei den zwei letztgenannten habe ich jedoch Nitrat auf sehr nitratreichen Böden gefunden. *Anemone nemorosa* kommt auch auf Böden vor, die nicht oder nur sehr wenig Nitrat bilden. Andere Pflanzenformationen, die sich durch einen hohen Nitratgehalt auszeichnen, sind die krautreichen Erlenwälder und die Haintälchen. Hier findet man einige übrigens sehr weit verbreitete und an verschiedenen Lokalitäten vorkommende Pflanzen, die stark nitratophil sind, nämlich *Rubus idaeus* und *Epilobium angustifolium*. Diese Pflanzen haben keine eng begrenzten Anforderungen an Belichtung, Feuchtigkeit des Bodens usw., eine notwendige Bedingung für ihr Auftreten scheint jedoch eine Salpeterbildung im Boden zu sein. Junge Pflanzen sind immer nitrat haltig, bei älteren Pflanzen kommt eine grössere Variation vor. Man kann diese Gewächse als eine Art Leitpflanzen benutzen. Wo sie sich gern einfinden, da kommt sicher eine Nitrifikation im Boden vor, obschon sie wohl dort auch noch wachsen können, wenn die Nitrifikation schon aufgehört hat. Andere Pflanzen, die keine besonderen Forderungen an Licht und Feuchtigkeit im Boden stellen, aber doch Nitrat lieben, sind *Galeopsis bifida*, *G. tetrahit*, *Senecio silvaticus* und *S. viscosus* usw. Durch ihr Auftreten auf Hiebplätzen und ähnlichen Stellen können sie dem Forstmann zeigen, wie der Humusstickstoff umgesetzt wird. Auf diese und ähnliche Fragen gehe ich jedoch in der nächsten Abhandlung näher ein.

In anderen Pflanzenformationen kommt im Boden zwar eine Nitrifikation vor, aber man kann bei den Pflanzen nicht oder nur seltener eine Nitratanhäufung beobachten. Zu diesen gehören die Laubwiesen und die krautreichen Fichtenwälder. In den Laubwiesen kann man gewöhnlich bei *Rubus idaeus* einen Nitratgehalt beobachten, in den krautreichen Fichtenwäldern ist auch diese Pflanze in der Regel nitratfrei. Die Bodenproben aus diesen Pflanzenformationen bilden auch beim Lagern weniger Nitrat als Proben aus den krautreichen Erlenwäldern, den Beständen der edlen Laubbäume und den

Haintälchen. Auch die Zusammensetzung der Vegetation deutet auf eine nicht so lebhafte Nitrifikation, zusammen mit stark nitratophilen Pflanzen kommen solche Arten vor, die man auch auf Rohhumusböden findet, wie z. B. *Myrtillus nigra*, *Aira flexuosa*.

In solchen Pflanzenformationen, wo man eine Nitrataufspeicherung bei den Pflanzen beobachtet, wird sicherlich der Stickstoffbedarf durch Nitrate gedeckt; wo man dies nicht beobachten kann, die Bodenproben aber doch beim Lagern Nitratstickstoff bilden, spielt die Nitrifikation, wenn auch den Stickstoffbedarf nicht völlig deckend, sicherlich eine wichtige Rolle, unter anderem erhält die Vegetation einen mehr nitratophilen Charakter.

Zu den Pflanzenassoziationen, bei denen man stets eine starke Anhäufung von Nitraten in den Pflanzen beobachten kann, gehören vor allem solche, die in frisch fliessendem Wasser leben, oder deren Boden von solchem Wasser umspült wird. Zu ihnen gehören unter anderen die Haintälchen und mehrere, in hochalpinen Gegenden lebende Pflanzenassoziationen. Das stark bewegte Wasser hat ohne Zweifel einen grossen Einfluss auf die Nitrifikation, was durch ein Experiment näher beleuchtet werden kann. Eine Bodenprobe aus einem kleinen Niedermoor mit sehr rasch bewegtem Wasser bildete beim Lagern in Erlenmeyerkolben nur sehr wenig Salpeter. Wenn dieselbe Probe aber in einen anderen Kolben gebracht wurde, und wenn man für eine starke Durchlüftung sorgte, wobei die Luft die Bodenprobe in rasche Bewegung setzte, dann ging die Nitrifikation sehr rasch vor sich. In einem Monat wurden 280 mg Salpeterstickstoff pro kg Boden gebildet. Ganz wie die Durchlüftung dürfte das stark bewegte Wasser wirken, Luftsauerstoff wird stets von neuem zugeführt, da der Sauerstoffgehalt solchen Wassers stets ziemlich hoch ist. Ähnliche Versuche mit Bodenproben aus Hochgebirgen haben dagegen ein negatives Resultat ergeben, kein Salpeter wurde dabei gebildet. Man kann sich daher fragen, ob die Pflanzen, die auf von Schmelzwasser in den Hochgebirgen umspülten Böden wachsen, und die in der Regel sehr reich an Nitraten sind, den Salpeter aus dem Schmelzwasser entnehmen und aufspeichern können. Der Nitratgehalt solchen Wassers dürfte ganz unbedeutend sein, aber auf der anderen Seite haben die Pflanzen eine sehr grosse Fähigkeit, Nährsalze aus den Bodenlösungen aufzuspeichern. Ein Beispiel in dieser Richtung liefern die Algen, deren Jodgehalt ziemlich bedeutend sein kann, während der Jodgehalt des Meerwassers sehr gering ist. Die Bedingungen der Nitratbildung im fliessenden Wasser, besonders in den Hochgebirgen, wären jedoch einer näheren Untersuchung wert.

Im Gegensatz zu den bisher geschilderten Pflanzenformationen kommt in den Böden der moos- und flechtenreichen Nadelwälder keine oder eine nur äusserst schwache Nitrifikation vor. Bei den Pflanzen der Bodendecke kann man nie einen Gehalt an Nitraten mittels Diphenylamin und konz. Schwefelsäure nachweisen, und beim Lagern bilden die Bodenproben keinen oder nur äusserst wenig Salpeter. Pflanzen mit Mykorrhizen spielen eine grosse Rolle in der Zusammensetzung der Vegetation.

Für die Umsetzung des Humusstickstoffs zu Salpeter haben aber, wie erwähnt, die bodenbildenden Faktoren eine grosse Bedeutung, ein näheres Studium derselben gewährt auch einen tieferen Einblick in die Verteilung der verschiedenen Pflanzenformationen Schwedens.

KAP. IV. Die bodenbildenden Faktoren und die Nitrifikation.

Schweden hat bekanntlich ein ganz ausgeprägtes Podsolklima, welches die Entstehung stark saurer Humusformen und stark ausgewaschener Böden begünstigt. Dieser Podsolierungsprozess geht jedoch in verschiedenen Teilen des Landes und an verschiedenen Lokalitäten mit verschiedener Intensität vor sich. Wo die Podsolierung sehr stark ist, entstehen Böden mit schwerem Rohhumus, zuweilen bildet sich Ortstein unter einer starken Bleichsandschicht, gewöhnlich aber ist die Rosterde mehr locker, so dass die Baumwurzeln leicht tiefer in den Boden eindringen können. In solchen Böden kommt keine Nitrifikation vor. Einen derartigen Bodentypus findet man in den moosreichen Nadelwäldern, in den Kiefernheiden usw. Die Bodenvegetation ist artenarm und einförmig; sie besteht hauptsächlich aus Moosen und Reisern. Aber der Podsolierungsprozess geht, wie gesagt, mit sehr verschiedener Intensität vor sich; hierbei spielen das Klima, die Topographie, die mineralogische und geologische Beschaffenheit des Untergrundes eine wichtige Rolle, auch die Vegetation selbst ist nicht ohne Einfluss. Dies dürfte durch das Folgende kurz beleuchtet werden.

In der Buchenregion Südschwedens kommen gern braunerdeähnliche Bildungen vor. Ein Beispiel hierfür bietet Dalby hage (siehe näher S. 431). Der Untergrund ist hier kalkreich, was von einer gewissen Bedeutung ist.

Die Ursache für die Rolle des Kalks hierbei liegt teils in seinem Vermögen, bei der Vermoderung gebildete Humussäuren zu neutralisieren, teils auch in der allgemeinen Wirkung von Salzen auf kolloidale Stoffe, indem die Kolloide aus ihren Lösungen flockig niedergeschlagen werden. Wenn die Humusstoffe neutralisiert und ausgeflockt werden, verlieren sie diejenige Einwirkung auf den darunterliegenden Boden, deren Resultat sich in dem Podsolprofil zeigt. Auf kalkhaltigem Boden ist daher die Podsolierung erschwert oder verzögert, der Schutz aber, den der Kalk sozusagen gegen die Podsolierung des Bodens bietet, ist von grösserer oder geringerer Bedeutung je nach der Beschaffenheit des Klimas. Es lässt sich dies zweckmässigerweise durch einige Beispiele beleuchten.

Auf dem Moränenmergel Gotlands und auch auf seinen kalkhaltigen Sandablagerungen bildet sich ein ausgesprochener Mullbodentypus heraus, der an Braunerde erinnert. Auf diesem Boden finden wir den oben kurz erwähnten kräuterreichen Kiefernwald. Eine ähnliche Vegetation wird auch in dem gotländischen Fichtenwalde auf Moränenmergel angetroffen. Ein nahestehender Bodentypus findet sich in dem Fichtenwalde auf dem kalkreichen Moränenmergel des östlichen Uppland; Beispiele hierfür bietet der untersuchte kräuterreiche Fichtenwald bei Marum im Kirchspiel Björkö—Arholma (siehe S. 461).

In dem Silurgebiet von Jämtland dagegen gestalten sich die Verhältnisse anders. Auf den mehr ebenen Böden, die in überwiegendem Grade mit Fichtenwald bestanden sind, haben wir einen Bodentypus, der sich wenig von dem unterscheidet, der in den kalkarmen Teilen von Norrland vorherrscht. Die Humusdecke hat ausgesprochenen Rohhumuscharakter, ist zäh und zusammenhaltend und ruht auf einer ziemlich ausgeprägten Bleicherde, die ziemlich mächtig ausgebildet sein kann. Diese wird ihrerseits von der Rosterde unterlagert, die allmählich in den unumgewandelten Mineralboden übergeht. Gewöhnlich ist der Kalkgehalt an der Oberfläche ziemlich gering, die übliche

Kalkprobe mit Salzsäure zeigt positiven Ausfall erst ein Stück unter der Rosterde. Man findet aber ganz denselben Bodentypus auch, wenn grosse Blöcke von Silurkalk unmittelbar unter der Bodenoberfläche liegen (siehe näher Fig. 28). Auch in der Vegetation merkt man nicht die Anwesenheit des Kalkes. Die Bodendecke ist ganz dieselbe wie in anderen Fichtenwäldern Norrlands, die Moose die gewöhnlichen, *Hylocomium proliferum*, *H. parietinum*, *Hypnum crista castrensis*, *Dicranum undulatum* und *D. scoparium*, *Polytrichum commune*, hier und da Rasen von *Sphagnum girgensohnii* und *Sph. acutifolium*, ausserdem treten die gewöhnlichen Zwergsträucher in derselben Weise wie sonst auf. Während der Kalk also auf den mehr ebenen Böden sich wenig zu erkennen giebt, tritt seine Einwirkung auf den Boden und die Vegetation um so deutlicher an den Abhängen hervor. Hier erhalten sowohl Boden als Vegetation einen ganz anderen Charakter. Während die Fichten auf dem ebenen Boden nicht selten ein nichts weniger als frohwüchsiges Aussehen aufweisen, gehören die Fichtenwälder der Abhänge zu unseren allerschönsten und gedeihlichsten. Der Boden und die Bodenvegetation weisen ebenso grosse Unterschiede auf. An den günstigsten Stellen kommt keine Bleicherdeschicht zur Ausbildung, wir haben ganz wie in der Braunerde einen gleichmässigen Übergang zwischen den obersten humusreichen Schichten und dem darunterliegenden Mineralboden, die Humusdecke hat ausgeprägte Mullstruktur, der Stickstoff wird zu Salpetersäure umgesetzt. Die normale einförmige Bodendecke des Fichtenwaldes ist durch eine Kraut- und Grasvegetation ersetzt worden (vgl. beispielsweise den Fichtenwald in Undrom, S. 462). Die Verschiedenheiten, die bezüglich der Bodenbildung zwischen dem Silurgebiet Jämtlands und den Kalkgebieten von Mittel- und Südschweden vorliegen, hängen mit den Verschiedenheiten des Klimas zusammen. Das norrländische Klima ist zweifellos ein in noch höherem Grade ausgesprochenes Podsolklima als das des mittleren Schwedens, das Verhältnis zwischen Verdunstung und Niederschlägen gestaltet sich noch ungünstiger für die Verdunstung, der kürzere Sommer und die niedrigere Temperatur begünstigen die Entstehung stark saurer Humusformen, die die Podsolierung stark fördern. Die Auswaschung löslicher Salze geht daher im ganzen genommen stärker in Norrland vor sich (siehe auch OLOF TAMM 1912).

Auf dem ebenen Boden wird der gelöste Kalk hauptsächlich abwärts, also von der Humusdecke weggeführt, an den Abhängen dagegen bewegt sich das Wasser mehr längs der Oberfläche des Bodens, die Auswaschung ist weniger stark, und es kann sogar eine Zufuhr von Mineralstoffen von höher belegenen Gegenden her stattfinden. In einem Klima wie dem Norrlands zeigt sich daher die Einwirkung des Kalkes auf die Bodenbildung und Vegetation oft nicht dort, wo er im Boden ansteht, sondern dort, wohin der gelöste Kalk durch das Wasser geführt wird.

Das Auftreten des Kalkes zeigt sich auch in der Vegetation der Torfböden. Das kalkhaltige Wasser führt zur Entstehung von Flachmoorformationen, und viele Kalkpflanzen treten vorzugsweise in den Randformationen der Sümpfe auf. Dort kann man sogar so eigentümliche Vegetationsbilder wie den Frauenschuh (*Cypripedium calceolus*), inmitten eines Rasens von *Sphagnum fuscum* wachsend finden (siehe Fig. 29).

Auf ganz analoge Erscheinungen stösst man, wenn man die Flora auf Urkalk im mittleren Schweden mit ähnlichen Lokalitäten im oberen Norrland

vergleicht. Auf den Urkalkklingen Mittelschwedens findet man meistens eine ausgeprägte Kalkflora. Urkalkklingen sind keineswegs gewöhnlich im oberen Norrland, aber zwischen Jörn und Käge in Västerbotten findet man doch ein ziemlich grosses Gebiet mit Urkalk. Die im Terrain schwach emporragenden Urkalkklingen sind mit Fichtenwald von gewöhnlichem Typus bewachsen, die Moos- und die Zwergstrauchvegetation ist dieselbe wie in den gewöhnlichen Nadelwäldern Norrlands, und auf dem Kalkstein ruht eine ausgeprägte Rohhumusdecke. Der Kalk hat, mit Ausnahme der unmittelbar dem Kalkgestein anliegenden Schicht, nicht die mindeste Einwirkung auf die Humusdecke gehabt. Unterhalb des Kalkberges dagegen merkt man sehr wohl die Anwesenheit des Kalkes und seinen Einfluss auf die Vegetation. In feuchten Depressionen bilden sich kraut- und grasreiche Flachmoore von einem Typus heraus, der sonst in dieser Gegend nicht vorkommt. Auch hier giebt sich demnach die Einwirkung des Kalkes auf die Vegetation nicht dort, wo er ansteht, zu erkennen, wohl aber dort, wohin er wandert.

Ich habe hier in Kürze die Rolle des Kalkes für unsere Waldböden geschildert, weil seine Wanderungen und sein Einfluss auf die Bodenbildung mir in sehr bezeichnender Weise eine der wichtigsten Erscheinungen bei der Bodenbildung in Schweden zu illustrieren scheint, nämlich die wichtige Rolle, welche die Wanderungsrichtung der gelösten Salze oder der Elektrolyte für die Humusdecke und die Prozesse, die in derselben vor sich gehen, haben. In einer richtigen Schätzung dieses Faktors hat man meines Erachtens einen sehr wichtigen Ausgangspunkt für das Studium der Vegetationsverteilung in unserem Lande und auch, wie ich später zeigen werde, für die Diskussion und Lösung einiger Waldpflegeprobleme. In den geschilderten Beispielen hat der Kalk in dem Boden selbst stets die Umsetzung des Stickstoffs zu Salpeter befördert, aber auch in mehr kalkarmen Böden wirken die Elektrolyte auf dieselbe Weise.

Auch in den kalkärmeren Teilen von Norrland kann man im allgemeinen beobachten, dass die Abhänge von besserer Beschaffenheit sind als die mehr ebenen Böden. Die Bleicherdeschicht ist oft weniger mächtig, und die Humusdecke hat eine günstigere Struktur. Unter besonders günstigen Verhältnissen kann man auch dort einen braunerdeähnlichen Boden finden. Die Vegetation besteht aus einem kräuterreichen Fichtenwald, der Stickstoff in der Humusdecke wird in Salpetersäure übergeführt.

Im Prinzip hat man meines Erachtens auf dieselbe Weise die Vegetation und die Bodenbildung in den Haintälchen zu erklären. Diese kommen, wie erwähnt, um Bäche und kleinere Wasserläufe herum zur Ausbildung. Die Salze, die aus den Böden, von denen das Wasser herkommt, ausgewaschen oder ausgelöst worden sind, beeinflussen die Humusbildung in dem Haintälchen. Trotzdem Würmer in geringer Menge vorzukommen scheinen, zeigt die Humusdecke stets eine ziemlich ausgesprochene Mullstruktur. Der Stickstoff wird in grossem Umfange zu Salpetersäure umgesetzt, die grosse Mehrzahl der Pflanzen ist reich an Nitrat. In diesen Haintälchen kommen nicht wenige südliche Relikten vor, die einen salpeterbildenden Mullboden vorziehen.

Die sog. Südberge, ausgezeichnet u. a. durch einen Reichtum an südskandinavischen Relikten, haben eine Bodenbeschaffenheit, die an die der Haintälchen erinnert; die Humusdecke ist mullartig, und der Stickstoff dürfte in der Regel zu Salpeter umgesetzt werden. Wenigstens ist dies der Fall

bei einem von mir untersuchten Südberge, dem Hundberget bei Älvsbyn im südlichen Norrbotten. Der allgemeine Charakter der Flora, das durchaus nicht ungewöhnliche Vorkommen so ausgesprochener Nitratpflanzen wie Waldziest (*Stachys silvatica*) und Himbeere (*Rubus idaeus*) u. a., sprechen dafür, dass Salpeterbildung oft in den Südbergen vorkommt. Wir haben hier übrigens dieselben Bedingungen für die Salpeterbildung wie auf vielen anderen Abhängen. Durch die unaufhörlichen Erdrutsche werden Humus und Mineralpartikeln durch einander gemischt, und oft wird der Boden durch aus dem Gestein hervorsickerndes Wasser angefeuchtet, das auf seinem Wege durch Spalten und Risse Salze herausgelöst hat, die auf die Humusstoffe einwirken können. In der Übereinstimmung bezüglich der Umsetzung des Stickstoffs, die zwischen Südberglokalitäten und Haintälchen besteht, hat man meines Erachtens eine der wichtigsten Ursachen dafür zu suchen, dass die beiden Arten von Standorten für südkandinavische Relikten geeignet sind. Viele von diesen sind ja ziemlich ausgesprochene Nitratpflanzen.

Betrachtet man die grossen Züge der geographischen Verteilung verschiedener Pflanzenvereine in Norrland, so tritt die grosse Bedeutung der bodenbildenden Faktoren mit unverkennbarer Klarheit und Deutlichkeit hervor. Die mehr ebenen oder sanft abfallenden Böden werden alle, auch bei kalkhaltigem Boden, mehr oder weniger stark podsoliert, die Nadelwälder mit ihrer einförmigen Vegetation von Moosen oder Flechten und Zwergsträuchern werden die herrschenden Pflanzenvereine. Nur während kürzerer Zeiträume werden die Nadelwälder durch Pflanzenvereine ersetzt, hervorgerufen durch Waldbrände, die in den obersten Bodenschichten ziemlich tiefgehende, aber doch mehr vorübergehende Veränderungen verursachen. In Zusammenhang mit und teilweise als eine Folge der Podsolierung hat man das allgemeine Vorkommen versumpfter Waldböden, die besonders in nach Norden zu belegenen Abhängen eine bedeutende Ausbreitung haben. Wo die Podsolierung durch Zufuhr von Mineralsalzen verhindert oder vermindert wird, oder wo durch stärkere Auslaugung die Auswaschung herabgesetzt ist, wird die einförmige Bodendecke der moosreichen Nadelwälder mit einigen Gräsern und Kräutern untermischt. Wo die Mineralienzufuhr stark ist, besonders in kalkreichen Gegenden, muss die Moos- oder Zwergsträuchervegetation einer kraut- und grasreichen Bodendecke weichen. Das Bodenprofil kann in diesem Fall ein wesentlich anderes Aussehen als auf den podsolierten Böden erhalten, es entsteht ein Bodentypus, der an die Braunerden südlicherer Gegenden erinnert. Der in der Humusdecke organisch gebundene Stickstoff wird in grösserem oder geringerem Umfang in Salpeter umgesetzt. Bedingt teils durch die Topographie, teils auch durch das Klima, nehmen die Torfböden grosse Areale ein. In kalkhaltigen Gegenden zeigen sie gewöhnlich starke Beeinflussung durch den anstehenden Gesteinsgrund, aber auch in den kalkarmen Gebieten variieren sie bezüglich der Vegetation je nach dem Reichtum der Mineralienzufuhr. Wo der Boden stark abschüssig ist, und wo der Torf von viel Wasser, zumal etwas kalkhaltigem, überspült wird, weist die Vegetation des Flachmoors zahlreiche und üppig entwickelte Gräser und Kräuter auf (siehe z. B. S. 478). Wahrscheinlich ist, dass auch in derartigen Böden der Stickstoff des Torfes in Salpeter umgesetzt wird, obwohl Salpeter nicht in den Pflanzen hat nachgewiesen werden können. Ausgeprägte Nitratpflanzen kommen indessen an solchen Stellen vor, z. B. *Geum rivale*, und Untersuchungen betreffs des Vor-

kommens von Nitrifikationsbakterien haben positive Resultate ergeben. Bei Trockenlegung kann die Nitratbildung in derartigen Böden so reichlich werden, dass eine kräftige Nitratanhäufung stattfindet, z. B. bei *Geum rivale*.

Geht man von Norrland aus nach Süden hin, so zeigen sich dort die Verhältnisse weniger ausgeprägt. Im grossen und ganzen ist besonders im mittleren und südlichen Schweden die Podsolierung des Bodens weniger vorgeschritten und zwar auch in den Nadelwäldern, deren Humusdecke gewöhnlich von einer günstigeren Beschaffenheit ist als in Norrland. Aber gleichwie das Klima überhaupt ein weniger ausgesprochenes Podsolklima ist, spielen auch solche Pflanzenvereine, die in gewissem Grade der Podsolierung entgegenwirken, eine grössere Rolle in der Vegetation. Hierher gehören vor allem die aus edlen Laubbäumen bestehenden Pflanzenvereine.

Diese Vereine wirken auf den Boden in anderer Weise als die Nadelwälder ein. Die Zersetzung des Pflanzenabfalls wird in grösserer Ausdehnung als im Nadelwalde durch Würmer und Insekten gefördert, die durch ihre grabende Tätigkeit eine intime Mengung von Humus und Mineralerde bewirken. Hierdurch werden weniger saure Humusformen gebildet als in den Nadelwäldern. Ferner herrscht ein ausgesprochener Unterschied zwischen dem Laubwalde und dem Nadelwalde bezüglich der Wasserwirtschaft in den obersten Bodenschichten. Der Laubwald ist im Frühling, Herbst und Winter kahl, der Nadelwald ständig grün. Während die Bäume unbelaubt sind, ist die Wasserverdunstung von der Bodenoberfläche her lebhafter, was seinerseits einen Transport von Salzen aufwärts nach den oberen Bodenschichten hin mit sich bringt. Wenn auch dieser Faktor nur im Frühling, wo die Verdunstung einen höheren Grad erreicht, eigentliche Bedeutung besitzen dürfte, darf er doch in seiner Wirkung nicht unterschätzt werden. Er wird jedoch in gewissem Grade unterstützt von der reichen Vegetation von Gräsern und Kräutern, die den Boden bekleiden, und die eine Austrocknung der obersten Bodenschichten bewirken, welche ihrerseits einen aufwärtsgehenden Wassertransport fördern muss. Im Nadelwalde ist der ganze Wassertransport mehr nach unten gerichtet, und insbesondere ist dies der Fall bei Wäldern mit einer Moosdecke aus *Hypnum*- und *Hylocomium*-Arten, die so gut wie ausschliesslich von dem Wasser der Atmosphäre leben und dem Boden keine Feuchtigkeit entziehen (siehe z. B. OLTMANNS 1887). In dem sich entlaubenden Walde finden sich demnach gewisse Faktoren auch hinsichtlich der Wasserwirtschaft in den obersten Bodenschichten, die der Podsolierung des Bodens entgegenwirken, während die Verhältnisse im Nadelwalde denselben Prozess unterstützen. Mullliebende und nitratophile Pflanzen können daher auf einem Boden vorkommen, bei dem die Topographie keineswegs die Elektrolytenzufuhr begünstigt. Sie werden indessen vorzugsweise auf solchen Böden vorkommen, die infolge ihrer mechanischen oder geologischen Beschaffenheit weniger zur Auswaschung geneigt sind, z. B. Tonböden oder tonige Moränen, während auf den leichter podsolierten Böden der Rohhumus mit seiner charakteristischen Flora mehr oder weniger dominierend wird.

Auch in der Bodendecke der Nadelwälder giebt sich auf dieselbe Weise der Einfluss der Unterlage zu erkennen. In den Nadelwäldern der Gemeindeforsten von Jönåker findet sich an Osen und Moränen ein ziemlich ausgeprägtes Podsolprofil, und die Bodenvegetation in diesen Wäldern besteht wie gewöhnlich aus Moosen und Beerensträuchern. Die Humusdecke ist rein

oberflächlich, der Stickstoff wird nicht in Salpeter umgesetzt. Auf tonigem Boden werden dagegen kräuterreiche Fichtenwälder angetroffen (siehe S. 460). Die Auswaschung der oberflächlichen Schichten ist hier weniger vollständig, die Humusdecke ist während ihrer Bildung mehr der Einwirkung von Elektrolyten ausgesetzt und wird mullartig. Obwohl der Humus von saurer Reaktion ist, wird der Stickstoff zu Salpetersäure umgesetzt.

Bei der Bedeutung für die Nitrifikation des Stickstoffs, die ich der Einwirkung von Elektrolyten auf die Humusstoffe zuschreiben möchte, wird es auch erklärlich, weshalb eben in Pflanzenvereinen auf Felsen eine Nitrifikation so leicht stattfindet. Wir können in diesen Formationen Salpeterbildung nicht nur bei den Felsenpflanzenvereinen, die zu der Formationsreihe der Laubwälder gehören, finden, sondern es ist nicht ungewöhnlich, dass man eine lebhaft Salpeterbildung auch unter einer reinen Renntierflechtendecke findet. In diesen Pflanzenvereinen können daher nitratophile Pflanzen auftreten, z. B. *Rubus idaeus*, der auf derartigen Plätzen stets sehr kräftige Nitratreaktion gezeigt hat. Die Auswaschung in diesen Felsenspalten kann wohl nie so vollständig werden wie in anderem, mehr durchlässigem Boden, und mit dem Regenwasser werden in die Spalten Kies und andere Verwitterungsprodukte von den mehr blossgelegten Felsenplatten her hinabgespült.

Auch die Nitrifikation, die bisher in Niederungsmoorformationen beobachtet worden ist, lässt sich unter demselben Gesichtswinkel betrachten. Diese Niederungsmoore sind sämtlich an Lokalitäten mit zufließendem, lebhafter bewegtem Wasser vorgekommen. Was insbesondere die Niederungsmoore in der Staatsforst Vallåsen auf dem Hallandsås betrifft (siehe S. 475), so haben diese zeitweise einen so niedrigen Wasserstand, dass die für die Nitrifikation notwendige Luft leicht Zutritt erhält. Die Moore dagegen, die auf Boden mit mehr mineralarmem Wasser entstanden sind, entbehren, soviel man weiss, der Nitrifikation. Die Verteilung von Niederungsmooren und Hochmooren ist oftmals sehr scharf und instruktiv. Besonders lehrreich sind die Verhältnisse in der Staatsforst Vallåsen auf dem Hallandsås, wo die Niedermoorformationen sowohl als Laggformationen d. h. Randformationen, wie als Abflussbecken für die ziemlich ausgedehnten Moore auftreten. Man könnte auch die Nitrifikation, die durch Drainierung in einem Moor entsteht, unter dem gleichen Gesichtswinkel sehen. Der Torf in den Böden, wo eine Nitrifikation stattfindet, hat oft Mullstruktur. Diese Struktur spricht für eine Elektrolyteinwirkung.

Auch der Umschlag in der Umsetzung des Stickstoffs, welcher eintritt, wenn in den Kiesgruben die Rohhumusdecke mit der Mineralerde vermengt wird, ist wahrscheinlich die Folge einer reichlicheren Zufuhr löslicher Mineralsalze zu der Humusdecke.

Die Rolle, die die Elektrolyte bei der Nitrifikation des Humusstickstoffs spielen, ist noch nicht recht klar. Eine Neutralisation organischer Säuren braucht nicht vorzukommen, auch in ausgesprochen sauren Humusböden, z. B. Erlenwaldboden, Niedermoorböden, kommt eine lebhaft Salpeterbildung vor. Ein näheres Studium dieser Fragen wäre von grossem Interesse.

KAP. V. Einige Merkmale salpeterbildenden und nicht salpeterbildenden Bodens.

Mittels der gebräuchlichen bodenbakteriologischen Methoden lassen sich bedeutende Verschiedenheiten zwischen nitrifizierenden Mullböden und ge-

wöhnlichem Rohhumus nachweisen. Die ersteren unterscheiden sich von dem letzteren

- 1) durch kräftigere Abspaltung von Ammoniak aus Pepton in neutraler Lösung,
- 2) durch, wenn auch schwache und oft unvollständige, Nitrifikation von WINOGRADSKY'S und BUHLERT-FICKENDEY'S Lösungen,
- 3) durch das Vorkommen von Denitrifikanten, die unter Gasentwicklung den Salpeter in GILTAY'S Lösung zerstören.

Es ist klar, dass diese Verschiedenheiten ihre Ursache darin haben, dass die Mikroorganismenflora von sehr verschiedener Beschaffenheit in salpeterbildenden und in nicht salpeterbildenden Böden ist. Eine eingehendere Analyse dieser Verschiedenheiten erheischt jedoch eine beträchtliche Arbeit und setzt die Ausbildung neuer und speziell für den Waldboden geeigneter Methoden voraus. Eine der nächstliegenden Aufgaben scheint mir die zu sein, festzustellen, welche Mikroorganismen Salpeterbildung in Waldböden und in anderen Böden von saurer Reaktion herbeiführen. Es zeigt sich ja, dass ein sehr grosser Unterschied besteht zwischen dem Vermögen von Ackerböden und von Waldböden, die für diesen Zweck gewöhnlich verwendeten Lösungen zu nitrifizieren, ohne dass man entsprechende Unterschiede in dem Vermögen der Bodenprobe, bei Lagerung Salpeter zu bilden, finden kann. Bisweilen kann es sogar geschehen, dass die Lösungen nicht nitrifiziert werden, obwohl die Salpeterbildung des Bodens so lebhaft ist, dass die Pflanzen Nitrate anhäufen. Dieser Mangel an Übereinstimmung lässt sich meines Erachtens am besten so erklären, dass die im Waldboden lebenden Nitrifikanten artlich verschieden von den im normalen Ackerboden vorkommenden sind, und dass sie andere biologische Forderungen als diese haben, so dass also zu ihrem Studium auf andere Weise zusammengesetzte Kulturflüssigkeiten erforderlich sind.

Als eine der Bedingungen dafür, dass eine Nitrifikation im Boden geschehen soll, pflegt gewöhnlich angeführt zu werden, dass der Boden eine neutrale oder alkalische Reaktion haben muss. Diese Ansicht verträgt offenbar eine beträchtliche Modifikation. CHRISTENSEN führte vor einigen Jahren (1913) den Nachweis, dass eine Salpeterbildung in saurem Niedermoortorf stattfindet, und von den von mir untersuchten nitrifizierenden Böden zeigt die Mehrzahl mehr oder weniger deutlich saure Reaktion. Es fragt sich, ob Lackmuspapier einen zuverlässigen Anzeiger für den Säuregrad des Bodens abgibt. Am richtigsten wäre es zweifellos, die Konzentration der Wasserstoffionen auf chemisch-physikalischem Wege zu bestimmen, eine Methode, die jedoch noch nicht zur Anwendung auf Bodenproben ausgebildet worden ist. Indessen scheint es im allgemeinen so zu sein, dass die sauren nitrifizierenden Humusformen etwas weniger saure Reaktion geben als die nicht nitrifizierenden sauren.

In Tab. 7 werden die Analysenresultate betreffs des Stickstoffgehalts der untersuchten Bodenproben, berechnet in Prozentsen sowohl des Trockengewichts des Bodens wie auch seines als Glühverlust bestimmten Humusgehalts, mitgeteilt. Es zeigt sich hierbei ein ziemlich bemerkenswerter Unterschied zwischen den salpeterbildenden und den nicht salpeterbildenden Böden, indem die ersteren gewöhnlich einen stickstoffreicheren Humus haben als die letzteren. Bei den salpeterbildenden wechselt der

Stickstoffgehalt des Humus von 1,3 %—5,0 %, die niedrigsten Werte zeigen hierbei die Bodenproben aus kräuterreichen Fichtenwäldern (Vilhelmina, Lapp-land 1,6 und 1,8 %) sowie die Bodenprobe aus einem Gebirgsbach bei Duved (1,3 %). Den stickstoffreichsten Humus weist der untersuchte Bestand in Dalby hage auf, nämlich 5 %. Betrachtet man die eigentlichen Mullböden, wie man sie in Laubwiesen und unter Beständen aus edlen Laubbäumen antrifft, so variiert hier der Stickstoffgehalt um 3,5—4,0 % herum. Sehr stickstoffreichen Humus haben gewöhnlich Erlenwälder und Haintälchen, in welch letzteren die Erle fast stets einen wichtigen Bestandteil bildet.

Einen viel niedrigeren Stickstoffgehalt weisen die Rohhumusböden auf. Der Stickstoffgehalt des Humus variiert hier von 1,5 % bis 2,8 %, welch letzterer hoher Wert jedoch nur bei einem Rohhumus von günstigerer, fast mullähnlicher Struktur angetroffen worden ist. Im allgemeinen dürfte man den Stickstoffgehalt des Rohhumus zu etwa 1,8—1,9 % ansetzen können.

Die Ursache der hier erwähnten Unterschiede dürfte hauptsächlich in der verschiedenen Vermoderungsgeschwindigkeit zu suchen sein: je rascher und gleichmässiger die Vermoderung vor sich geht, um so höher wird der Stickstoffgehalt des Humus, je langsamer, um so niedriger. Aride Gebiete, wo die Vermoderung organischer Stoffe weit rascher sich vollzieht als in humiden, haben einen stickstoffreicheren Humus als diese letzteren (siehe z. B. RAMANN 1911, S. 163—164).

In Tab. 7 sind die Analysen des Nitratgehalts der Bodenproben zusammengestellt. In dieser Tabelle ist der Humusgehalt der Proben, als Glühverlust berechnet, angegeben, eine Bestimmungsmethode, die für die gewöhnlich kalkarmen, aber humusreichen Bodenarten völlig anwendbar ist. Ferner wird der Stickstoffgehalt des Bodens angegeben, berechnet in Prozenten des Trockengewichts des Bodens und in Prozenten seines Humusgehalts. Über die wichtigsten Resultate in dieser Hinsicht ist bereits berichtet worden. Ausserdem wird, und dies ist das Wichtigste, in der Tabelle der Gehalt der Bodenproben an Salpeterstickstoff zu Beginn und zu Ende der Lagerzeit angegeben, teils in mg pro kg bei 100° getrocknetem Boden und teils in Prozenten vorhandenen Gesamtstickstoffs. Infolge der Übersiedelung der Anstalt in ein neues Lokal im Herbst 1915 konnten einige Bodenproben nicht gleich nach der Einsammlung in Behandlung genommen werden, sondern haben in naturfeuchtem Zustande in Glasbüchsen aufbewahrt werden müssen. Dies bewirkt, dass der Salpetergehalt zu Beginn der Versuche bei einigen Proben ziemlich hoch ist. Nicht ohne weiteres kann daher dieser Salpetergehalt als der im Boden ursprünglich vorhandene angeführt werden, indem immerhin eine gewisse Menge Salpeter sich während der Aufbewahrung hat bilden können. Besonders gilt dies von den Proben Nr. 5, 13, 14, 15, 18, 19, 20, 21, 22 in Tab. 7. Auch bei den anderen Proben hat wegen der Transportverhältnisse, des beschränkten Raumes in den alten Lokalen der Anstalt usw. eine Bearbeitung nicht sofort erfolgen können, weshalb die zuerst angegebenen Salpetergehalte in vielen Fällen nicht ohne weiteres als der ursprüngliche Salpetergehalt der Bodenprobe angesehen werden können. Von meinem Untersuchungsgesichtspunkt aus hat dies indessen weniger zu bedeuten, da es sich hier zunächst darum gehandelt hat, zu untersuchen, ob die Bodenproben überhaupt Salpeter zu bilden vermögen oder nicht. In mehreren Fällen sind jedoch die Proben so bald nach ihrem Einsammeln untersucht worden, dass

man zu der Annahme berechtigt ist, dass die erhaltenen Werte wirklich dem Salpetergehalt des Bodens zu der Zeit der Probenentnahme entsprechen. Dies gilt vor allem von den Proben Nr. 5—12, 23—26, 36—48. Die Zahlen, die den Salpetergehalt des Bodens bei einer bestimmten Gelegenheit bezeichnen, haben jedoch ein mehr untergeordnetes Interesse, da dieser Wert so stark von allerhand zufälligen Faktoren beeinflusst wird, wie der Niederschlagsmenge, dem Salpeterverbrauch der Pflanzen usw. Bedeutend grösseren Wert kann man dagegen den Zahlen beimessen, die den Salpetergehalt der Bodenproben nach einer gewisse Zeit dauernder Lagerung angeben. Diese bilden einen reineren Ausdruck für das Salpeterbildungsvermögen der Bodenproben, indem man hier weder mit einer Auswaschung noch mit dem Salpeterverbrauch, noch auch mit Umständen zu rechnen hat, die die Denitrifikation begünstigen. Indessen befinden sich die Bodenproben in diesen Versuchen unter Optimalbedingungen für Nitrifikation, nämlich guter Zufuhr von Luft und Feuchtigkeit. Die erhaltenen Werte dürften daher die Salpetermengen überschreiten, die von derselben Bodenprobe in der Natur gebildet werden, wo vor allem die Feuchtigkeit, wenigstens zeitweise, weit unter das Optimum geht. Vergleicht man aber innerhalb jeder Versuchsreihe die verschiedenen Bodenproben miteinander, so findet man gewöhnlich eine ziemlich schöne Übereinstimmung zwischen dem Salpeterendgehalt der Bodenproben und dem grösseren oder geringeren Nitratgehalt der Pflanzen. Die Bodenproben aus Erlenwäldern und Haintälchen haben sich in jeder Versuchsreihe als zu den stärkst salpeterproduzierenden gehörig erwiesen, hohe Werte erreichen auch die Bodenproben aus ausgesprochenem Mullboden in Beständen von edlen Laubbäumen, niedrigere Werte in der Regel Proben aus Laubwiesen und gewöhnlich auch aus kräuterreichen Fichtenwäldern. Eine strenge Übereinstimmung zwischen den Analysenresultaten und den Untersuchungen des Salpetergehalts der Pflanzen findet man jedoch nicht, Abweichungen kommen nicht selten vor. Einen besonders hohen Salpetergehalt hat z. B. die Probe aus dem kräuterreichen Fichtenwalde bei Jönåker gezeigt, obwohl der Nitratgehalt der Pflanzen in den meisten Fällen so niedrig war, dass er nicht nachgewiesen werden konnte. Für diesen Mangel an Übereinstimmung lassen sich mehrere Ursachen annehmen. Der Nitratgehalt der Pflanzen kann durch viele andere Ursachen als die Nitratmenge im Boden beeinflusst werden, so durch ihren Entwicklungsgrad, die Beschattung, die Temperatur, die Feuchtigkeitsverhältnisse des Bodens usw.

In scharfem Gegensatz zu den salpeterbildenden stehen die Rohhumusproben. Obwohl diese Proben genau dieselbe Behandlung wie die übrigen durchgemacht haben, kommt nur eine minimale Salpeterbildung vor, die fast innerhalb der Grenzen der Versuchsfehler bei der Methode liegt. Wird der gebildete Nitratstickstoff in Prozenten des Gesamtstickstoffs berechnet, so erhält man eine sehr niedrige Zahl (siehe Tab. 7). Hier können auch nicht salpeterbildende Bakterien nachgewiesen werden, ebensowenig wie ein Nitratgehalt bei den Pflanzen. Durch die Lagerungsmethode kann man demnach wesentliche Unterschiede in den Umsetzungsmöglichkeiten des Stickstoffs bei verschiedenen Bodenarten nachweisen, und diese Verschiedenheiten stimmen mit ebenso wesentlichen Verschiedenheiten bezüglich der Vegetation, die diese Bodenarten kennzeichnet, überein.

KAP. VI. Die Rolle der Salpeterbildung für den Waldzuwachs.

Nur seltener lässt sich Salpeter bei baumartigen Pflanzen nachweisen. Bei meinen Untersuchungen ist dies nur in vereinzelt Fällen bei Arten wie Erle (*Ulmus montana*), Hasel (*Corylus avellana*), Esche (*Fraxinus excelsior*) sowie Stachelbeere (*Ribes grossularia*), Alpenjohannisbeere (*Ribes alpinum*) und Spillbaum (*Evonymus europaeus*) gelungen. Es wäre offenbar durchaus verfrüht, aus den negativen Resultaten den Schluss zu ziehen, dass Salpeter nicht von den Bäumen aufgenommen würde. Auch auf sehr salpeterreichem Boden, z. B. Düngererde, fand SCHIMPER (1890) einen geringen Salpetergehalt bei jungen Exemplaren von Rosskastanie und einer Ahornart, und wahrscheinlich ist es, dass auch andere Bäume sich gleichermassen verhalten. Die Bedeutung der Nitrifikation für die Bäume lässt sich daher ohne Experiment nur auf indirektem Wege studieren.

Um das Stickstoffbedürfnis der Bäume zu studieren, steht somit bis auf weiteres nur ein mehr indirektes Verfahren zur Verfügung, nämlich zu untersuchen, ob die Entwicklung und der Zuwachs rascher auf Boden mit oder ohne Nitrifikation verlaufen. Es liegt in der Natur der Sache, dass dieses Verfahren keine in wissenschaftlicher Hinsicht so strenge Antwort auf die Frage wie ein wirklich physiologisches Experiment liefern kann. Böden mit und ohne Nitrifikation unterscheiden sich gewöhnlich voneinander auch noch in anderen Hinsichten als bezüglich der Umsetzung des Stickstoffs. Vor allem haben wir gesehen, dass die salpeterbildenden Böden gewöhnlich reicher an Nährsalzen oder Elektrolyten in den Oberflächenschichten sind als die nicht nitrifizierenden, und dieser Faktor muss auch günstig auf das Wachstum der Bäume einwirken können. Mit allem Vorbehalt wegen dieser Schwierigkeiten will ich im folgenden durch Vergleichung von Beständen auf verschiedenen Arten von Böden versuchen, diese Frage näher zu beleuchten.

Es dürfte nicht übertrieben sein, zu behaupten, dass sämtliche Baumarten ihr höchstes Wachstum auf gutem Mullboden zeigen. Der Mullboden hat vom Gesichtspunkt der Bestandspflege aus nur einen Nachteil, nämlich dass gewisse Bäume, z. B. die Kiefer, gern viel- und starkästig werden. Da, wie die vorliegende Untersuchung gezeigt hat, der Stickstoff im Mullboden normalerweise in Salpetersäure übergeführt wird, hat man also allen Anlass, anzunehmen, dass der Salpeter eine gute Stickstoffquelle für die Bäume sein muss, ganz wie es bei den meisten höheren grünen Pflanzen der Fall ist. Doch zeigen offenbar verschiedene Bäume in dieser Hinsicht einen sehr verschiedenen Grad von Empfindlichkeit.

Diejenigen Bäume, die zu ihrer normalen Entwicklung am stärksten von dem Mullzustand des Bodens abhängig sind, dürften auch in stärkerer Ausprägung nitratophil als diejenigen sein, die eine sehr gute Entwicklung auch auf mehr gutartigem Rohhumus aufweisen. Zu den mehr nitratophilen haben wir daher Bäume zu rechnen wie Buche, Eiche, Eller, Linde, Esche u. dgl. Einige von diesen, z. B. Buche und Eiche, sind Gegenstand experimenteller Studien von ALBERT und MÖLLER (1916) gewesen. Ihre Versuche haben zwar keine völlig unzweideutigen Resultate ergeben, es lässt sich ihnen aber doch bezüglich der Buche und Eiche entnehmen, dass der Chilesalpeter als Stickstoffquelle dem Kalksalpeter nachsteht, welcher letzterer das Ammoniumsulfat

übertrifft. Das beste Resultat haben die genannten Forscher jedoch mit Rohhumus erhalten, insbesondere zeigte sich die Eiche sehr dankbar für eine Rohhumusdüngung. Wie ich in der nächsten Abhandlung zeigen werde, hat die Behandlung, der sie ihre Rohhumusproben unterzogen haben, aller Wahrscheinlichkeit nach eine Nitrifikation mit sich gebracht. Wenn man auch die Pflanzen durch eine Nitratdüngung sogar schädigen kann, dürfte doch eine Salpeterzufuhr aus Humus die beste Stickstoffnahrung sein. Es besteht, wie oben betont worden, ein grosser Unterschied zwischen einer Nitratdüngung und der Salpeterzufuhr aus einem Humusboden. Erstere hat die Neigung, eine alkalische Reaktion bei dem Boden hervorzurufen, die schädlich sein kann, obwohl der Salpeter als solcher eine ausgezeichnete Stickstoffquelle ist. Ein Beispiel hierfür finden wir in P. E. MÜLLER und WEIS' (1906) Untersuchungen und Experimenten mit Buchenpflanzen. Die jungen Buchenpflanzen entwickelten sich am besten in einem Humusboden, der durch Kalkung in Nitrifikation gebracht worden war. Die langsam fliessende Salpeterzufuhr war für sie die beste Stickstoffquelle. Ein nicht völlig so gutes Resultat ergab Anwendung blossen Chilesalpeters. Wurden die Buchenpflanzen in dem nitrifizierenden Humusboden mit einer schwachen Lösung von Chilesalpeter gewässert, so wurde die Stickstoffzufuhr zu lebhaft, und die Pflanzen erhielten ein weniger gesundes Aussehen. Ein weiteres Beispiel für den physiologischen Unterschied zwischen einer Düngung mit nitrifizierendem Humus und einer solchen mit Nitrat bieten die Ellernwälder. HILTNER zeigte (1896) durch Experimente, dass die Wurzelknollenbildung der Eller gehemmt wird, wenn die Versuchspflanzen in einer salpeterhaltigen Lösung aufgezogen werden. Die Ellernwälder gehören doch zu den Pflanzenvereinen, bei denen die Nitrifikation im Boden am allerlebhaftesten ist, und dennoch pflegen die Ellernwurzeln sehr reichlich mit Knollen versehen zu sein. Der Ellernboden reagiert aber sauer, während es sehr möglich ist, dass HILTNER bei seinen Versuchen durch die Anwendung von Kalisalpeter eine alkalisch reagierende Nährlösung zustande brachte.

Die Nadelbäume, Fichte und Kiefer, wachsen, wie wir wissen, sehr gut auf etwas rohhumusartigem, nicht nitrifizierendem Boden, und wir treffen auf solchem die schönsten und massereichsten Bestände an, wie beispielsweise in der Gemeindeforst von Jönåker in Södermanland. Wie oben erwähnt, geht in diesen Böden keine Nitrifikation vor sich, und die Nadelbäume haben sich dort bestenfalls mit Ammoniak oder organischen Stickstoffverbindungen zu begnügen. Aber auch was diese Bäume betrifft, scheint der Salpeter eine noch geeignetere Stickstoffquelle zu sein. Unsere kräuterreichen Fichtenwälder gehören zu den produktivsten. Mit Ausnahme einiger Bestände in Schonen und Halland, die aus Samen deutscher Provenienz aufgezogen sind, werden die von den Fichtenprobeflächen der Forstlichen Abteilung der Versuchsanstalt, die der höchsten Zuwachsklasse angehören, von kräuterreichen Typen repräsentiert. Die besten Probeflächen sind nämlich auf dem Omberg, auf Hyperitmoräne bei Mölnbacka in Värmland und im Kinneskogen in Västergötland belegen. Der höchsten Zuwachsklasse gehört auch der näher untersuchte schöne Fichtenbestand bei Älgölskvarn in Södermanland an. Von diesen sind die beiden ersten und der letztgenannte Bestand näher untersucht worden, in allen drei wird der Humusstickstoff in Salpeter umgesetzt. Der kräuterreiche Fichtenwald in der Staatsforst Undrom in Jämtland gehört gleich-

falls zu den schönsten der Probeflächen der Forstlichen Abteilung in diesem Teil des Landes. Die kräuterreichen Fichtenwälder in Norrland dürften auch der Regel nach hinsichtlich des Zuwachses die übrigen Waldtypen übertreffen. Geht man die Fichtenprobeflächen der Forstlichen Abteilung durch, so findet man also, dass diejenigen, die die höchste Produktion aufweisen, auf solchem Boden stehen, wo der Stickstoff nitrifiziert wird. Auch die Versuche auf den dänischen Callunaheiden zeigen einen grösseren Zuwachs bei der Fichte auf nitrifizierendem Boden (MÜLLER und HELMS 1913).

Unklarer liegt in Schweden die Frage der Stellung der Kiefer zum Salpeter. Die Erfahrung bei den norddeutschen Wäldern zeigt jedoch, dass auch die Kiefer ihren höchsten Zuwachsgrad auf solchem Boden erreicht, in welchem der Stickstoff nitrifiziert wird. VOGEL VON FALCKENSTEIN (1913) hat die Nitrifikation in einigen deutschen Waldböden untersucht. Er fand, dass eine recht lebhafte Salpeterbildung in solchen Beständen der norddeutschen Kiefernwälder vorkommt, wo eine Untervegetation von Buche vorhanden ist. Er setzt auf Grund seiner Versuche für die Salpeterbildung einen so hohen Betrag an, dass der Stickstoffbedarf der Kiefer dadurch vollständig gedeckt wird. Er findet auch, dass die Bonität des Bodens mit der Umsetzung des Stickstoffs in Nitrate steigt, und seine Resultate besitzen für die vorliegende Diskussion ein ganz besonderes Interesse. Er untersuchte in mineralogischer Hinsicht sehr gleichförmige Böden, nämlich Flugsanddünen (VOGEL VON FALCKENSTEIN 1911), die infolge verschiedener Bestandsbehandlung einen verschiedenen Gehalt an Stickstoff und Humus aufwiesen. Obwohl die Böden in mineralogischer Hinsicht sehr nährstoffarm sind, wachsen doch dort sehr schöne Kiefernwälder, aber der Zuwachs des Kiefernwaldes hängt von dem Vermögen des Bodens, Nitrate zu bilden, ab. Die besten Böden bilden die grössten Nitratmengen. Da die verschiedenen Böden in mineralogischer Hinsicht gleichwertig sind, tritt die Rolle der Salpeterbildung für den Wald um so klarer hervor.

Die Erfahrung, die auf diesem Gebiete vorliegt, zeigt somit, dass sämtliche Bäume am besten auf solchem Boden wachsen, wo der Stickstoff nitrifiziert wird, und dass bei einem Vergleich zwischen in mineralogischer und physikalischer Hinsicht gleichförmigen Böden die Bonität mit dem Vermögen des Bodens, Salpeter zu bilden, steigt.

Es dürfte zum Schlusse angebracht sein, in einigen kürzeren Sätzen das Hauptergebnis der vorliegenden Untersuchung zusammenzufassen.

Der Stickstoff wird in mehreren natürlichen Bodenarten in Salpetersäure übergeführt.

Es ist für die salpeterbildenden Bodenarten charakteristisch, dass die Humusbildung unter Einfluss von Elektrolyten oder löslichen Salzen vor sich geht.

Diese Form von Humusbildung wird entweder durch Würmer und Insekten, die die Humuspartikeln mit der Mineralerde mischen, oder durch zuströmendes, elektrolytenführendes Wasser bewirkt.

Die Humusbildung, die auf Boden mit starker Wegführung der

löslichen Salze oder Elektrolyte des Bodens stattfindet, führt zur Entstehung von Humusformen, bei denen der Stickstoff nicht in Salpeter übergeführt wird.

Infolge ihrer Bildungsweise werden die Mullböden nitrifizierend, die Rohhumusböden nicht nitrifizierend.

In vielen Pflanzenassoziationen findet eine so lebhaftes Nitrifikation statt, dass Nitrate bei den Pflanzen der Bodenvegetation angehäuft werden. Hierher gehören die mehr geschlossenen Bestände von edlen Laubbäumen, wie Wälder von Buche, Eiche, Ulme und Esche, Ellernwälder und Haintälchen und überhaupt Pflanzenassoziationen auf Boden, der von stark fliessendem Wasser durchspült wird. Auch in der höchsten Hochgebirgsregion zeigen sich Pflanzen auf derartigem Boden stark nitrathaltig.

In Laubwiesen und kräuterreichen Fichtenwäldern wird der Stickstoff in Salpeter übergeführt. Eine Anhäufung von Nitraten ist jedoch nur selten in den Pflanzen der Bodenvegetation beobachtet worden.

Kolonieartige Pflanzenassoziationen auf blossgelegtem Mineralboden bestehen oft aus ausgesprochen nitratophilen Pflanzenformen, die Salpeter in ihren Geweben anhäufen. In Pflanzenassoziationen auf Felsen geschieht oft eine Nitrifikation, desgleichen in Torfböden mit stark bewegtem Wasser. In drainierten Torfböden tritt oft eine lebhaftes Salpeterbildung ein.

In moosreicher und flechtenreicher Nadelwaldvegetation wird der Stickstoff nicht in Nitrate umgesetzt. Der Abbau der organischen Stickstoffverbindungen bleibt bei der Bildung von Ammoniak stehen. Auch in den kräftigst wachsenden, moosreichsten Nadelwaldmischbeständen wird keine oder auch nur eine äusserst schwache Nitrifikation beobachtet.

Die nitrifizierenden Böden haben oft saure Reaktion. Sie können oft nur langsam eine Ammoniumsulfatlösung von zu Nitrifikation geeigneter Zusammensetzung nitrifizieren, obwohl sie bei Lagerung bedeutende Mengen Salpeterstickstoff bilden können. Sie besitzen gewöhnlich einen stickstoffreicheren Humus als die nicht nitrifizierenden Böden und zeigen gewöhnlich ein grösseres Ammoniakabspaltungsvermögen. Denitrifikanten sind allgemein verbreitet.

Nitrifizierende, natürliche Böden können bei Lagerung ebenso grosse oder grössere Mengen Salpeterstickstoff bilden als gewöhnlicher Ackerboden.

Die Nitrifikation wird sehr stark durch die bodenbildenden Prozesse, also auch durch das Klima, beeinflusst. Da die Nitrifikation einen grossen Einfluss auf die Zusammensetzung der Vegetation hat, so erhalten die bodenbildenden Faktoren einen wichtigen und in vielen Fällen entscheidenden Einfluss auf das Auftreten und die Verteilung der Pflanzenassoziationen.

Der Kalkgehalt des Bodens fördert die Nitrifikation. In dem stark humiden Klima des nördlichen Schwedens zeigt sich indessen die Einwirkung des Kalkes auf die Vegetation oft nicht dort,

wo er ansteht, wohl aber dort, wohin er von dem Wasser geführt wird.

Sämtliche Waldbäume zeigen einen grösseren Zuwachs auf Boden, in welchem der Stickstoff nitrifiziert wird, als auf solchem, wo dies nicht geschieht.

Es findet sich Aussicht, durch eine geordnete Bestandspflege Salpeterbildung auch in einem solchen Boden hervorzurufen, wo dieser Prozess sonst nicht eintreten würde. Hierdurch muss die Produktion wesentlich erhöht werden können.

Auch auf Boden, wo Salpeter nicht gebildet wird, können wir sehr schöne Produktionsresultate mit Kiefer und Fichte erhalten. Das Wachstum dieser Bäume scheint da von der Lebhaftigkeit abhängig zu sein, womit Ammoniak aus den organischen Stickstoffverbindungen der Humusdecke abgespalten wird. Auch in diesem Falle hat aller Wahrscheinlichkeit nach unsere Bestandspflege einen Einfluss auf die im Boden vor sich gehenden Prozesse.

Erklärungen zum zweiten Teil: Detaljundersökningar = Detaillierte Untersuchungen, Bokskogar = Buchenwälder, Blandbestånd av ädla lövträd = Mischbestände aus edlen Laubbäumen, Lövängar = Laubwiesen, Lunddälder = Haintälchen, Alskogar = Erlenwälder, Örtrika granskogar = Kräuterreiche Fichtenwälder, Örtrika tallskogar = Kräuterreiche Kiefernwälder, Mossrika barrskogar = Moosreiche Nadelwälder, Växksamhällen å torvmark = Vegetation auf Torfböden, Växksamhällen å klippor = Assoziationen auf Felsen, Växksamhällen i fjällen = Pflanzenassoziationen in den Hochgebirgen, Koloniartade växksamhällen å blottlagd mineraljord = Kolonieähnliche Vegetation auf blossgelegtem Mineralboden, Havsstrandsvegetation = Meeresstrandvegetation, Växksamhällen å kultiverad jord = Pflanzenassoziationen auf kultiviertem Boden.

Ståndortsbeskrivning oder ståndortsanteckning = Beschreibung der Vegetation. Frequenzbezeichnung in fünfgradiger Skala, ymnig, riklig, strödd, spridd, enstaka.

Undersökning af växternas nitrathalt = Untersuchung über den Nitratgehalt der Gewächse. Skarp reaktion = Scharfe Reaktion, Tydlig r. = Deutliche R., Svag r. = Schwache R., Ingen r. = Keine R.

Bakterieundersökning = Bakteriologische Untersuchung.

Lagringssprov = Nitratbildung beim Lagern der Bodenproben.